

СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

**XLIX НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ВЪПРОСИТЕ НА
ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА**

**Физиката в STEM образованието в
средните и във висшите училища**

4 – 6 юни 2021 г., Видин

Съорганизатори:
Община Видин, Фондация „Еврика“

Медийни партньори: сп. Светът на физиката,
Национално издателство **ДЗ.БУКИ**, **Наука OFFNews**, **MediaBricks**



Национален организационен комитет:

Председател: проф. д.н. Вили Лилков

Зам.-председатели:

проф. д.н. Евгения Вълчева

доц. д-р Мая Гайдарова

Секретари: д-р Лилия Атанасова, Милка Джиджова,

Членове:

проф. д.н. Ана Георгиева, проф. д.н. Сашка Александрова, проф. д.н. Иван Лалов, проф. д-р Венета Гинева, проф. д-р Желязка Райкова, доц. д-р Нели Димитрова, доц. д-р Майя Вацкичева, доц. д-р Елена Халова, Пенка Лазарова, Наталия Михалевска, Георги Георгиев

Организационен комитет – Видин:

Почетен председател: д-р Цветан Ценков – кмет на Видин

Председател: Теодора Ганчева

Членове: Полина Градомирова, Валентина Велева, Галина Панкова, Камелия Боянова

Сборникът е съставен под редакцията на:

проф. д.н. Евгения Вълчева

доц. д-р Мая Гайдарова

Съставител: д-р Л. Атанасова

XLIX Национална конференция по въпросите на обучението по физика
„Физиката в STEM образованието в средните и във висшите училища“

Издание: © СФБ

ISBN 978-954-91841-6-7

Всички права са запазени

Съдържание

ПОКАНЕНИ ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ	5
<i>Ивелина Коцева</i> , Подходи и модели в STEM образованието	6
<i>Албена Ватралова, Екатерина Бъчварова</i> , Науката в помощ на STEM-образованието: Проект „Климатична кутия“ – учени, учители и ученици заедно за климата, атмосферата и водите	14
<i>Ана Георгиева, Лилия Атанасова</i> , Новости и особености на предстоящия национален фестивал „Наука на сцената-8“	20
ДОКЛАДИ ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ	28
<i>Николай Такучев</i> , Приложение на семантичния подход в информационната теория при оценяването на знания чрез дихотомни тестове	29
<i>Илко Русинов</i> , Обучение по дисциплината Ядрена електроника за студентите по физика в Софийския университет „Св. Климент Охридски“	35
<i>Йордан Даракчиев, Петко Недялков</i> , Въведение в машинното самообучение: упражнение за студенти по астрофизика	40
<i>Екатерина Бъчварова, Явор Чапанов, Албена Ватралова</i> , Природни и антропогенни фактори за климатичните промени	45
ДОКЛАДИ СРЕДНО ОБРАЗОВАНИЕ	51
<i>Милена Гошева</i> , Нови предизвикателства в обучението по физика в електронна среда от разстояние	52
<i>Фабиен Кунис</i> , Използване на мобилните устройства в училищния експеримент по физика и астрономия в учебната и извънучебната училищна дейност	60
<i>Даниела Узунова</i> , Експериментален модул в условията на ОРЕС	68
<i>Руска Драганова-Христова</i> , Практически методи на STEAM в обучението по физика – VII клас	74
<i>Калин Ангелов</i> , Някои приложения на платформа „Arduino“ при преподаване на физика: Евристичен подход	78
<i>Клавдий Тютюлков</i> , Възможности за преподаване на учебен материал, свързан с използване на БФП	84

<i>Нели Димитрова, Формиращото оценяване като компонент от STEM ориентирана технология по човекът и природата в прогимназиален етап</i>	90
<i>Радка Костадинова, Театър на физиката или Физика в театъра?.....</i>	97
<i>Таня Ганева, Елена Масленкова, Бинарните уроците по физика и астрономия.....</i>	102
<i>Роза Рангелова, Заниманията по интереси – път към високи постижения и траен интерес към науката</i>	106
<i>Цеца Христова, STEM образование в проекта SCIENTIX</i>	110
<i>Константин Илчев, Вторичен анализ на връзката подход-умения и ролята на виртуалния експеримент в обучението по физика.....</i>	113
<i>Елизабет М. Иванова, Гинка К. Екснер, Разработване на i-STEAM учебно съдържание от област на компетентност „Механика на течности“</i>	119
<i>Николай Цонев, Калин Ангелов, Решаване на евристични задачи с конструкция на „Фонтан на Херон“ от пластмасови бутилки</i>	125
<i>Пенка Василева, Физика, експерименти и ... творчество.....</i>	130
<i>Фабиен Кунис, Мая Гайдарова, Възможности и практики в прилагането на работата в екип в учебна STEM среда.....</i>	134
<i>Мария Личева, Гинка Екснер, STEAM подход: природни науки и икономика в действие</i>	142
<i>Велика Панчева, Възможности за използване на Arduino в учебния физичен експеримент.....</i>	147
<i>Георги Добрев, Урокът по физика в интерактивна среда e-learning, phet, moodle.....</i>	153

Фигурите в статиите са цветни в електронната версия на сборника, който можете да намерите на страницата на конференцията: <http://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/49NK.html>

ПОКАНЕНИ
ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

Подходи и модели в STEM образованието

Ивелина Коцева

Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Физически факултет

Абстракт: В доклада се проследява развитието на идеята за STEM образованието, като се акцентира върху актуалните към момента подходи и модели при реализиране на основните му цели. Изяснява се същността на два съвременни модела на интегралния подход – този на Kelley и Knowles (2016) и модела PIRPOSAL на Wells (2016). Реализацията чрез различни модели на интегралния подход като най-обещаващ към момента за осъществяването на качествено STEM образование се разглежда в нов образователен контекст, който включва аспекти на социалния конструктивизъм, ангажименти от страна на всички *практикуващи общности*, повишаване на квалификацията на учителите и учебно съдържание, разработено на принципите за интегрираност. Тези новости са източник на много въпроси и предизвикателства, които ще намерят ясен израз в настоящия доклад.

Ключови думи: STEM образование, интегрален подход, модел.

Въведение

Съвсем наскоро българското Министерство на образованието и науката публикува Национална програма „Изграждане на училищна STEM среда“. Това е стъпка напред в опита да последваме или по-скоро да догоним другите в областта на така нареченото STEM образование. Готова ли е обаче България да се изправи пред предизвикателствата, които крие този феномен? Струва си да отговорим на поставения въпрос, изучавайки опита на водещите държави, които не заобикалят, а напротив, търсят начини да преодоляват проблемите, свързани с всички аспекти на идеята STEM.

Не малко признаци в публичното пространство сочат, че не сме се задълбочили много в смисъла на идеята, да не говорим за нейната проблематика. В случая, проблематиката изисква безпристрастен анализ на самото явление – неговият произход, предпоставките за развитието му, бъдещите тенденции и предизвикателствата пред това развитие. Само познавайки всички особености ще можем да застанем правилно на пътя на тази идея, за да продължим с повишено внимание [1,2].

Произход на идеята за STEM образование

Абревиатурата STEM се появява през 90-те година на миналия век, но някога отнасят раждането на самата идея към времето на индустриалната революция и по-специално към закона Morill („The Morill Act“) от 1862 г. Това е закон на Конгреса на САЩ, с който на всеки щат се даряват безвъзмездно по 12 000 ха земя за развитието на селскостопански колежи, в които скоро започва обучение и по много инженерни програми. Другото важно събитие, което бележи развитието на идеята, е Втората световна война (1939-1945) и многото изобретения по време на войната, които предопределят хода на войната. Това е причината науката, технологиите, инженерството и математиката да се развиват приоритетно в следвоенния период. Третото събитие с голямо отражение е изстрелването на Спут-

ник през 1957 г., което поставя начало на космическата надпревара и създаването една година по-късно на NASA – агенцията, която през последните 60 години спонсорира най-много образователни програми в областта на STEM [3].

Става ясно, че произходът на идеята STEM не идва от образователните среди, а по-скоро има политически, икономически и социални предпоставки. От друга страна, самото отражение на тази идея в образованието се осъществява чрез подходи и различни модели, реализиращи тези подходи. Основните подходи, на които ще бъде обърнато внимание тук са само три. Моделите могат да бъдат значително повече, поради което ще включим само двата най-актуални в момента модели на интегралния подход. Съответно в методите, които биват прилагани на практика в STEM образованието, и чието разглеждане ще пропуснем тук, има още по-голямо разнообразие.

През последните двадесетина години има преоткриване на идеите на прогресивното образование, което се развива и става водещо за САЩ в края на 19в. и началото на 20в. Водещо е името на Джон Дюи (1859 г. – 1952 г.), който развива „философията на общото образование“ на базата на философията на прагматизма [4]. Дейностният подход и проблемно-базираното обучение, които са характерни за технологичното образование, стават отново актуални, а повече за историята на този вид образование може да бъде прочетено в [4]. Засягаме въпроса за технологичното образование, тъй като през последните години се засилва акцента върху инженерството и технологиите в STEM.

Основни подходи в STEM образованието

Silo-подходът – „подходът на отделните силози“ (от гръцки *silo*-силос) е подход на засилено, но изолирано изучаване на отделните четири направления в STEM. Този подход е водещ за следвоенния период, когато става ясно, че обучението по природни науки, технологии, инженерство и математика е от съществено значение за развитие на икономиките. При този подход се набляга повече върху придобиването на знания, в противовес на придобиването на умения. Голямото предимство на този подход е задълбочеността на знанията и експертността в тясната специализация.

От педагогическа гледна точка преобладават недостатъците. Водеща роля има учителят, а на учениците се предоставят малко възможности да „учат чрез правене“. Оттам идва и изкушението учителите да прибягват повече към традиционни методи на обучение, например да предпочитат лекционния стил на изложението на материала. Има и дефицит в разбирането на приложението на науката. Намалява потокът на студенти към перспективни приложни области, в които тези студенти биха разгърнали своя потенциал и биха допринесли за развитие и нови открития.

Строгото разделяне в направленията оказва и психологически ефект върху половете, като най-показателен е примерът с всички програми, които поради факта, че съдържат в наименованието си думата „инженерство“ се оказват непривлекателни за момичетата. Това има негативно въздействие не толкова върху развитието на самото инженерство, колкото върху свързаните с него сфери, в които има явен недостиг на работна ръка – разумен довод да се изискват стандарти за инженерна грамотност не само в професионалното, но и в общото образование [5].

Подходът на вграждане („the embedded approach“) е подход, използван главно от технолозите (и инженерите), при който знания от природните науки и математиката се вграждат в технологичното образование. При него откриваме както нови предимства, така и нови недостатъци. Той е повече подходящ за професионалното, отколкото за общото образование. Обучението е фокусирано върху ситуации от реалния живот и усвояването на техники за решаване на проблеми в разнообразни социални, културни и функционални контексти. Стимулира се създаването на нови учебни материали и се подпомага разбирането и приложението на учебното съдържание, което е предимство.

Един от недостатъците на подхода е липсата на критерии за оценка на вградените знания от областта на математиката и природните науки. Предполага се, че тези знания са вече усвоени предварително по съответните предмети, а това условие не винаги е изпълнено. Пример: в учебника по Електротехника за 9. клас се използват знания от физиката в областта на електромагнитните явления, и от математиката в областта на тригонометричните функции, които не са предварително изучени. В такъв случай на технолози и на инженери им се налага да обясняват основни понятия без да е предвидено време за това. Това води до фрагментация на знанията, която по-скоро възпрепятства, отколкото подпомага разбирането на приложенията [5].

При **интегралния подход** дисциплините се изучават като една обща, без прегради между тях. Следователно, по своята същност интегралният подход е един радикален подход. Интеграцията изисква обединяването на минимум две дисциплини, а през последните години се появиха модели на интеграция и на четирите направления в STEM. Напълно разбираемо е защо на този подход се възлагат големи надежди за преодоляване на недостатъците на предходните два подхода [6]. Но тук се явяват предизвикателства от нов характер и можем да се надяваме на положителни резултати едва след като съответните препятствия бъдат преодоляни [1].

Едно фундаментално предизвикателство, което още в самото начало би отнело от способността на направленията да се интегрират помежду си е, че тяхната епистемология се гради на твърде различни подходи. При природните науки знанията се придобиват на базата на научния метод, един съществен елемент от който е формулирането и тестването на хипотези. Характерно за обучението по природни науки е, че учениците усвояват за себе си вече предварително приети от науката разбирания за света. Подходът в математиката пък е аксиоматичен, разсъжденията са логико-дедуктивни. В математиката има висока степен на абстрахиране от параметрите на реалните обекти и явления, което води до идеализация и обобщение.

Не така стоят нещата при технологиите и инженерството. При технологиите се развива знание за вече готови артефакти чрез дизайнерски подход, който съдържа в себе си елементи на проба и грешка. Технологичното познание е предопределено от характера или природата на проблема. Информацията, която е необходима, за да се достигне до решение на даден технологичен проблем съставлява това ново знание, което трябва да се придобие и което следователно не е известно преди да се направи анализ на проблема. Оттук и изводът, че съдържанието не може да бъде изучавано без дизайнерски проблем.

От друга страна, знанието, необходимо да се реши един инженерен проблем е предопределено от контекста, бил той свързан с химията, механиката, ав-

томобилостроенето, топлотехниката и т.н. В инженерството контекстът определя релевантното знание, докато при технологиите контекстът е по-малко свързан с определена съвкупност от знания. Т.е. в технологиите имаме повече работа във връзка с определяне на обхвата на релевантните знания, докато в инженерството е по-лесно да се ориентираме каква е областта на познание. Макар и да имат различия, епистемологиите на тези две области се допълват (дори всъщност инженерството се приема като подобласт на технологиите), поради което те се разглеждат свързано. Инженерството се различава от технологиите по това, че то е професията, която включва развитието и производството на технологии, докато по-широкото понятие за технология съдържа в себе си и измерения на потребителя, свързани както с човешки потребности, така и с икономически, социални, културни или свързани с околната среда аспекти на решаването на проблеми и създаването на нови продукти [7].

Един важен извод, който има отношение към интегралния подход тук е, че различните епистемологии обуславят различен характер на връзките между отделните направления по двойки. Това задължително трябва да се отчита във всеки модел на интегралния подход. Друго препятствие пред интегралния подход е недостигът на интегрирано учебно съдържание, което пък е следствие от липсата на ясни цели, критерии и стандарти, по които да се разработва такова съдържание. През последните години се оформи логичното схващане, че всяко от направлението трябва да задава изрично собствени стандарти във всеки конкретен случай на интегрирано съдържание. Така се спазва равнопоставеността, докато стремежът е да се постигне една обща цел.

Общата цел може да бъде формулирана във връзка с постигането на научна, математическа и технологична грамотност, като се говори по-общо за STEM грамотност [8]. Но тук се явяват трудности от друг характер, свързан с професионалната подготовка на учителите. Ако досега фокусът беше върху това, какви знания и умения трябва да придобият учениците, за да бъдат конкурентноспособни на пазара на труда през 21в., през последните години все повече внимание се насочва към обучението на учители, които да подготвят младите хора за бъдещето и то в парадигмите, които този век налага. От една страна, учителите в днешно време трябва да преподават по начини, по които самите те не са били обучавани. Нещата още повече се усложняват, ако трябва да се преподава интегрирано съдържание. Много съвременни изследвания показват, че ефективността на интегралния подход зависи от това дали учителите имат достатъчно познания в съдържанието на съответните дисциплини, които преподават. От друга страна, тясната специализация на учителите само в една област определя и тяхната „зона на комфорт“, в която те се чувстват най-сигурни. Дори един учител да има нужната правоспособност да преподава повече от една дисциплини, какъвто е масовият случай в българското училище, пак роля ще има субективният фактор на предпочитание към една от дисциплините [9].

Прилагането на интегралния подход изисква гъвкава учебна среда и освен ясни критерии при разработването на интегрирано учебно съдържание се нуждае и от ясни критерии при оценяването му. Също така трябва да се отчетат особеностите на професионалното и общото образование, за които ще бъдат подходящи различни решения. Накрая е важно да знаем, че дори и различните държави да следват основно две тенденции в STEM образованието – на САЩ и на Великобритания, има много примери, които сочат, че държавите изработват своите

стратегии за STEM образование, като се съобразяват със собствените си социални, културни и образователни особености. Пример за това са програмите на Индия и Китай, които са коренно различни, макар и да са стартирани по едно и също време [1, р.26].

Проблемът с технологиите и инженерството в STEM

Трябва да се знае, че през последните години интегралният подход в STEM се развива под натиска на влиятелни международни организации на инженери и технолози. Напълно справедливо се задава въпроса къде са „Т“ и „Е“ в STEM образованието [10, 11]. Една от причините технологиите да не намират адекватно интегриране в учебните планове е, че те са силно интердисциплинарни и изучаването им в отделен предмет е почти невъзможно. Чрез проекта *Technology for All Americans*, одобрен от Международната асоциация за технологично и инженерно образование (ITEEA), се поставя важната цел да се разработят стандарти за технологична грамотност, а технологиите се определят като „човешка иновация в действие, която включва генериране на знания и процеси за разработване на системи, които решават проблеми и разширяват човешките възможности“ [12].

Разработването на стандарти за видовете грамотност е ключов елемент в интегралния подход. Това е способът, чрез който отделните направления могат да намерят равнопоставено присъствие в STEM образованието. Много автори разчитат на тази насока и вече има доста примери за разработване на интегрирано съдържание на базата на постигането на определени стандарти по отделните четири области [5, 13]. Това също е начин да се справим с проблема за различните епистемологии (виж по-горе).

Интегралният подход придобива развитие по-нататък чрез разбирането, подкрепено от стандартите *The Next Generation Science Standards* (NGSS), за това, че изучаването на практическите приложения на науката може да осигури рамка на интегрираното STEM образование [14]. Това ново поколение стандарти има три измерения, включени в обучението на всички нива: (1) основни идеи, произхождащи от специфичното съдържание на отделните дисциплини; (2) научни и инженерни практики (от учениците се очаква не само да изучават съдържание, но и да разбират методите на работа на учени и инженери); (3) общи понятия (*cross-cutting concepts*), имащи приложение във всички области, като например *образец, причина и следствие, скала, пропорция, количество, системи и системни модели, енергия и вещество, структура и функция, стабилност и промяна*. Виждаме, че един важен елемент на тези стандарти е интеграцията между изучаването на учебно съдържание и обучението в научни и инженерни практики. Трябва да се отбележи, че NGSS акцентират еднакво както върху инженерния дизайн, така и върху научноизследователския подход.

Модели на интегралния подход в STEM

Сега вече е ясно защо двата най-популярни модела на интегрираното STEM образование от 2016г. са предложени от средите на инженерите и технолозите [15,16], и защо на инженерния дизайн се гледа като на „великия интегратор“ [17]. Инженерният дизайн е утвърденият от инженерите подход в тяхната работа. Това е процес, който протича по следната схема (накратко): (1) определяне на проблема/ въпроса, който трябва да решим; (2) проучване; (3) определяне на

ограниченията; (4) генериране на идеи, скици, чертежи на едно или повече възможни решения и избор на прототип(и); (5) разработване на прототип(и); (6) тестване на решенията – ако те удовлетворяват ограниченията следва комуникиране на резултатите, ако не, се връщаме на (4). Инженерният дизайн обуславя навлизането на нови методи на обучение – така наречените дизайн-базирани методи на обучение.

Представява интерес моделът на Kelley и Knowles, базиран на ситуираната когнитивна теория, в който следните 4 елемента: (1) инженерен дизайн; (2) научно изследване; (3) технологична грамотност; и (4) математическо мислене, формират подвижен механизъм, задвижван от практикуващата общност (CoP) [15]. Практикуващите общности са феномен, който съществува откакто хората учат и може да има както формални, така и неформални проявления. Те възникват спонтанно или организирано там, където техните членове споделят общи интереси в конкретна област или там, където целта е придобиване на ново знание в определена област. И в двата случая процесът на споделяне на информация и опит води до лично и/или професионално израстване на отделните единици в общността [18]. Счита се, че влиянието на практикуващите общности в STEM образованието ще се засилва и това е акцентирано в един препоръчителен доклад от 2016г. на U.S. Department of Education в сътрудничество с American Institutes for Research [19]. От доклада се вижда, че този вид общности ще имат съществена роля в изграждането на всеки бъдещ модел на интегрирано STEM образование, базиран на социалния конструктивизъм.

Характерно за моделите е, че те не са приложими във всички ситуации. Така и моделът на Kelley и Knowles (по думите на авторите му) няма да бъде приложим в случаите на природонаучно съдържание, което е теоретично изградено и не може да бъде преподавано чрез дизайн-базирани методи [15, р.5]. Принос на авторите на модела е намирането на връзки между природните науки, технологиите, инженерството и математиката по двойки чрез сравняването на различни практики от четирите направления.

Моделът на Wells, който се разпознава като акронима PIRPOSAL (от: **P**roblem Identification, **I**deation, **R**esearch, **P**otential Solutions, **O**ptimization, **S**olution Evaluation, **A**lterations, **L**earned Outcomes) за интегрирано STEM обучение е също базиран на дизайна [16]. Централно и свързващо звено между всички фази на модела е задаването на въпроси, което стимулира дивергентното и конвергентното мислене на учениците по време на тяхната работа. Самото наименование съдържа в себе си фазите, през които преминава този процес: (1) идентификация на проблема (дефиниране, формулиране); (2) генериране на идеи, скици, чертежи на едно или повече възможни решения; (3) изследване, проучване, придобиване на нови знания от всички области – природни науки, технологии, инженерство и математика, които имат отношение към решението; (4) анализ на различните и характерни за отделните дисциплини елементи на всяко потенциално решение, последван от визуализация на решенията на задачата и избор на едно или повече от тях; (5) оптимизация – оценка на компонентите чрез експеримент, който установява колко добре функционира всеки един от тях във всяко от избраните потенциални решения; преоценка и конструиране на прототип; (6) оценяване на решението – прототипът служи за тестване на концепцията на дизайна чрез опити, събиране и анализиране на данни, наблюдения. Следват евентуални подобрения на прототипа и заключение, базирано на интерпретация на данните; (7) про-

мяна – рядко се случва първоначалният дизайн да е успешен, което води до редица; (8) учебни резултати – в тази фаза се изисква от учениците да представят визуално, вербално или писмено новите знания и умения, които са придобили при изпълнение на задачата; дискусиата върху процеса разкрива процедурните и декларативните знания на ученика, а дискусиата върху итерациите разкрива въпросите, които ученикът си е задавал и които отразяват процеса на смяна на конвергентно с дивергентно мислене и обратно.

Заключение

Съвременният анализ на подходите и моделите в STEM образованието разкрива тенденция към усъвършенстване на интегралния подход. Този подход поставя редица въпроси и предизвикателства, пред които не трябва да затваряме очи. Можем ли, например, да очакваме, че интегралният подход ще „разцъфне“ във въпросните STEM центрове, докато лабораториите по физика, химия и биология тънат в разруха на много места, ако изобщо ги има? С други думи, как ще се справим с интегралния подход, ако преди това не сме решили проблемите на silo-подхода?

Интегралният подход предполага организирането на голям форум, а участие в него трябва да вземат експерти от всички акредитирани направления, имащи пряк интерес от правилното развитие на идеята STEM в България. Но можем ли да се надяваме на такъв диалог, когато дори по отношение на подхода на вграждане и решаването на неговите проблеми не са предприемани осъзнати стъпки до момента? Какво ще бъде участието на всички практикуващи общности, кои точно са тези общности и какви са техните ресурси, какво е тяхното отношение към образованието въобще?

За съжаление, когато инициативата при решаването на подобни проблеми не се поема от пряко отговорните и заинтересовани страни, други ентузиастични, водени най-вече от користи подбуди, започват да предлагат своите услуги. Има вече не малко „обучители“, които са готови да повишават квалификацията на учителите по „STEM метода“(?!), „STEM модела“(?!), или „STEM технологията“(?!). Да се надяваме, че здравият разум ще надделее и подобни самопровъзгласили се „пионери на българското STEM образование“ няма да имат влияние върху взимането на важни решения в бъдеще.

Благодарности

Докладът се осъществява с финансовата подкрепа на ФНИ към СУ „Св. Климент Охридски“ по договор № 80-10-142/ 26.03.2021.

Литература

- [1] J. Williams, STEM education: Proceed with caution, *Design and Technology Education: An International Journal* 16.1 (2011)
- [2] M. Sanders, Stem, stem education, stemmania, *Technology Teacher*, Vol.68, Issue 4, pp.20-26 (2009)
- [3] D. White, What is STEM education and why is it important, *Florida Association of Teacher Educators Journal* 1.14: 1-9 (2014)
- [4] M. Sanders, The nature of technology education in the US, *2008 Annual Conference & Exposition* (2008)

-
- [5] A. Roberts and D. Cantu, Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum, *PATT 26 Conference; Technology Education in the 21st Century; Stockholm; Sweden*, 26-30 June; 2012. No. 073. Linköping University Electronic Press (2012)
- [6] M. Sanders, *Integrative STEM education as "best practice"*. Griffith Institute for Educational Research, Queensland, Australia. (2012)
- [7] M. Barak, Teaching engineering and technology: cognitive, knowledge and problem-solving taxonomies, *Journal of Engineering, Design and Technology*, 11(3), pp. 316-333 (2013)
- [8] Tanenbaum, Courtney, *STEM 2026: A vision for innovation in STEM education*, US Department of Education, Washington, DC (2016)
- [9] Nadelson, L. et al., i-STEM summer institute: An integrated approach to teacher professional development in STEM, *Journal of STEM Education: Innovation and Outreach* (2012)
- [10] S. Cavanagh and A. Trotter, Where's the 'T' in STEM? Technology counts, STEM: The push to improve science, technology, engineering and maths, education week, 27th March (2008)
- [11] D. DiFrancesca, C. Lee & E. McIntyre, Where Is the "E" in STEM for Young Children? Engineering Design Education in an Elementary Teacher Preparation Program, *Issues in Teacher Education*, 23(1), pp. 49-64 (2014)
- [12] International Technology and Engineering Education Association (ITEEA), *Standards for technology literacy (STL): Content for the study of technology* (3rd ed.). Reston, VA: Author. (2007)
- [13] T. Kelley et al., Increasing high school teachers self-efficacy for integrated STEM instruction through a collaborative community of practice, *International Journal of STEM Education*, 7.1: 1-13 (2020)
- [14] National Research Council [NRC], *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. (2012)
- [15] T. Kelley and J. Knowles, A conceptual framework for integrated STEM education, *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11 (2016)
- [16] J. Wells, PIRPOSAL model of integrative STEM education: Conceptual and pedagogical framework for classroom implementation, *Technology and Engineering Teacher*, 75(6), 12, (2016)
- [17] Grubbs, Michael, and Greg Strimel, Engineering design: The great integrator, *Journal of STEM Teacher Education*, 50.1: 8, (2015)
- [18] J. Lave, & E. Wenger, *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press. (1991)
- [19] C. Tanenbaum, *STEM 2026: A vision for innovation in STEM education*. US Department of Education, Washington DC. (2016)

Науката в помощ на STEM-образованието: Проект „Климатична кутия“ – учени, учители и ученици заедно за климата, атмосферата и водите

Албена Ватралова, Екатерина Бъчварова

Институт за изследвания на климата, атмосферата и водите (ИИКАВ), Българска академия на науките (БАН)

Абстракт: „Климатична кутия“ е проект, финансиран по програма „Образование с наука“ на Министерство на образованието и науката в нейната Част 1: „STEM общности на знанието“ и осъществен през 2019-2020 г. Главен изпълнител на проекта беше ИИКАВ – БАН в партньорство с Геологически институт-БАН и три училища – две общообразователни съответно в София и Пловдив, и природоматематическата гимназия в Бургас. Целите на проекта „Климатична кутия“ бяха: 1) обогатяване на знанията на младите хора за взаимните връзки между елементите на околната среда и взаимодействието на хората с нея; 2) възбуждане на интерес към изучаване на природата и бъдеща професионална реализация в областта на естествените и точните науки, опазването на околната среда и устойчивото развитие; 3) запознаване на учениците с научноизследователската дейност на БАН. В изпълнение на проектните цели учените разработиха образователни модули, обхващащи процесите в космоса, атмосферата и хидросферата в тяхната взаимна връзка и зависимост, определящи климата и промените в него, вкл. валежи, отток и управление на водите за инженерно-стопански и екологични цели. Включени бяха и методи за обработка на информацията с помощта на съвременните дигитални технологии. Широкият обхват на темите и начинът на визуализирането и представянето им в трите партньорски училища поощряваха аналитичното мислене у учениците и допринесоха за развиване на интердисциплинарни компетентности. В трите училища се проведе на открито и практическо високотехнологично занимание, в което бяха демонстрирани наземни и дистанционни измервания с автоматична метеорологична станция и с мобилна такава, монтирана върху дрон. Осъществи се и творческа сесия по групи, в която учениците изразяваха в забавна форма отношението и познанията си за климата, атмосферата и водите. Така по нестандартен начин децата се учеха да работят в екип и се увериха, че всеки може да прояви креативни способности дори и в много сериозните сфери на точните науки, наглед далеч от изкуството. Учениците от различните възрастови групи получиха систематизирани и полезни за тях самите и за цялото общество познания и практически умения, свързани с жизнено важни фактори за човешкия живот и заобикалящата го среда на планетата Земя. В резултат от дейностите и образователните материали ангажираните в проекта учители придобиха допълнително научно знание, подходящо за преподаване в бъдеще в техните основни учебни предмети и клубни дейности.

Същност и цели на проекта

Атмосферата и водите са жизненоважни компоненти на околната среда, а изменението в климата поставят редица предизвикателства пред човечеството. Науката е първият и фундаментален етап от човешките дейности, която изследва

климата, атмосферата и водите и дава възможни решения за устойчивата им „синергия“ с хората, които трябва от възможно най-млада възраст да бъдат възпитавани как да поддържат тази устойчивост.

От м. август 2019 г. до м. октомври 2020 г. се осъществи образователен проект „Климатична кутия – учени, учители и ученици заедно за климата, атмосферата и водите“, с финансиране от Министерство на образованието и науката (МОН) по програма „Образование с наука“ в нейната Част 1: „STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) общности на знанието“. Основният изпълнител на проекта беше Институт за изследвания на климата, атмосферата и водите (ИИКАВ) към Българската академия на науките (БАН). В проекта участваха четиринадесет учени от БАН (тринадесет от ИИКАВ и един – от Геологическия институт) и трима външни технически сътрудници за практическите занимания – специалисти по физика, инженерни науки, математика, география, икономика. Основни партньори бяха три училища – 36-то средно училище (СУ) „Максим Горки“ – София, 37 СУ „Св. Патриарх Евтимий“ – Пловдив, и Профилирана природоматематическа гимназия (ППМГ) „Акад. Никола Обрешков“ – Бургас.

Основните цели на проекта „Климатична кутия“ бяха: 1) обогатяване на знанията на младите хора за взаимните връзки между елементите на околната среда и взаимодействието на хората с нея; 2) възбуждане на интерес към изучаване на природата и бъдеща професионална реализация в областта на естествени и точните науки, опазването на околната среда и устойчивото развитие; 3) запознаване на учениците с научноизследователската дейност на БАН – чрез влизане на БАН в училище и на учениците в БАН.

Приложена методика и изпълнение

Целевите групи на планираните образователни дейности бяха ученици от две основни възрастови групи – 5 – 7-ми клас и 9 – 10-ти клас (Фиг. 1.). Според опитни училищни психолози има голяма разлика в представянето на темите и идеите за различните етапи в училището. От педагогическа и дидактична гледна точка е важно да се дефинират ясно темите и във връзка с възрастовите групи, защото не е допустимо образователния материал да се представя по един и същи начин на "килограм". Децата от възрастовата група на 5-7 клас биха се радвали на извънучилищни наблюдения. В гимназиален етап са подходящи лекционни презентации и за тази цел в редица училища има мултимедийни зали.

Затова учените се запознаха предварително със съответните учебници и разработиха с много нагледни материали заниманията така, че да подпомагат разбирането на плановия учебен материал и да надградят допълващи знания у учениците и учителите им с перспектива материалите от проекта да се ползват и в бъдещата образователна дейност на партньорските училища.

За поощряване на творческото мислене и заложби на учениците от прогимназиалния и гимназиален курс в плана на проекта бяха предвидени различни образователни средства и форми на представяне и общуване, с които да се породят заинтересованост и ентузиазъм у учениците: лекции, интерактивни забавни игри и викторини, дискусии, есета, презентации от ученици, разработване на проекти за Ученическият институт на БАН, практически занимания с изработване на климатична станция, набиране на данни и обработката им, еднодневни посещения на обекти от водностопанските системи, творчески сесии с рисуване и

песне.



Фиг. 1.

В изпълнение на проектните цели учените от БАН разработиха 15 последователно свързани теми, разпределени в пет образователни модула. Бяха обхванати основните аспекти на климата и факторите, които го определят в тяхната взаимна връзка и зависимост – Слънцето и положението на Земята и другите небесни тела спрямо него като климатообразуващ фактор; физикохимичните процеси в атмосферата; градски, крайбрежен и планински климат; климатичните колебания; процесите в хидросферата – кръговрат на водата в природата, валежи, отток, устойчиво разпределяне, използване и опазване на водните ресурси; планиране и управление на водностопанските системи и свързаните с тях комунални услуги и други инженерно-стопански дейности за нуждите на обществото и опазването на околната среда в условията на променящ се климат. Представени бяха и методи за наземно и дистанционно набавяне на информация и обработката ѝ с помощта на съвременните дигитални технологии (цифрови данни, географски информационни системи – ГИС), както и използването им за моделиране на процесите.

Заглавията на модулите и отделните занимания бяха подбрани така, че да грабнат вниманието и провокират любопитството на учениците от самото начало – „Климатичните ли определят климата“, „Ледена епоха-епизод 6-Антарктида“, „Сфера ли е атмосферата и други нейни особености“, „Пътешествие по кръговрата на водата – без да ни се завие свят и без да намокрим таблетите“, „Що е то водосборни басейни и стават ли за плуване“, „Има ли директор на водопад... или как се управляват водите“, „Шифърът на Леонардо не може без данни“, „Картите – начин на употреба – преди и сега“ и др. Названието на проекта „Климатична кутия“ също бе съобразено с модерните творчески подходи за привличане на интереса у целевата аудитория.

Предложените образователни модули се организираха в регулярни сесии през учебната година в учебно и извънучебно време след съгласуване с ръководството на съответното училище и графика за ваканциите и неучебните дни.

Широкият обхват на темите и начинът на визуализирането и представянето им поощряваха аналитичното мислене и допринасяха за развиване на интердисциплинарни компетентности и умения на учениците и пряко ангажираните с проекта техни учители. Освен в основните теоретични дисциплини учениците получиха базисни знания и обща култура за различните форми на представянето на данни от измервания и за самите начини за измерване, придобивайки реална представа за важността на данните от измервания както за науката, така и за обществото като цяло.

С петокласници бе проведена и творческа сесия от модул 5 „Оранжево

небето, оранжево полето, оранжева водата, оранжев и градът... Хайде да рисуваме и пеем“ (Фиг. 2.). Учениците бяха разделени на 4 групи, които под съпровода на подобрани от водещите песни на екологична тема съвместно създадоха групови рисунки, изразявайки в забавна за тях форма отношението и познанията си за климата, атмосферата и водите. Така по нестандартен начин децата се учеха да работят в екип и се увериха, че всеки може да прояви креативни способности дори и в много сериозните сфери на точните науки, наглед далеч от изкуството.



Фиг. 2.

През октомври 2020 г. в трите училища се проведе на открито практическото високотехнологично занимание: „Игра на Дронове – метеорологични условия и фини прахови частици“, в което бяха демонстрирани наземни и дистанционни измервания с автоматична метеорологична станция и с мобилна такава, монтирана върху дрон – със сензори за температура, влажност на въздуха, атмосферно налягане, скорост и посока на вятъра (Фиг. 3.).



Фиг. 3.

Във всички занимания учениците бяха поощрявани и напътствани да проявяват самостоятелно мислене и инициативност, и повишиха самоувереността и уменията си за работа в екип.

По време на въведеното в държавата извънредно епидемиологично положение през пролетните месеци на 2020 г. лекционните курсове по проекта се преподаваха дистанционно посредством онлайн платформите Shkolo.bg и Office Teams 365. Чрез тези платформи се разпространиха и вече изнесените на живо и преработени с по-голяма подробност лекции до другите класове, които не са ги чули, с което се постигна мултиплициране на ефекта.

Поради гореописаната ситуация някои от планираните дейности не можаха да бъдат осъществени. Предвиденото в плана на проекта еднодневно посещение на елемент от водностанпанската система беше заменено с инициатива по

случай Международния ден на Земята 22 април – ученически конкурс онлайн „Невероятните условия през пролетта на 2020 г. – наблюдения през прозореца“ в пет категории – рисунка, снимка, литературна творба, презентация и научно наблюдение по теми за климата, атмосферата и водите. Включиха се 140 ученици от 31 училища (30 в България и 1 в Австрия) в 19 града.

Най-активните ученици и учители от трите училища-партньори в проекта получиха награди, вкл. Целия лекционен материал, разработен от учениците от БАН. По същия начин бяха наградени и победителите в извънредния ученически конкурс, с което се разшири кръгът на учениците, учителите и училищата, до които достигна разработеното по проекта учебно помагало (Фиг. 4.).



Фиг. 4.

Резултати

При предварително планиран брой обхванати ученици – 200, действителният брой ученици, до които достигна образователният лекционен материал, от които около 570 – в присъствена форма, а останалите – в дистанционна, което разкри и някои положителни страни на последната, които може да се вземат предвид в бъдеще. Ангажираните учители бяха 11. Проектът постигна образователна добавена стойност. Учениците от различните възрастови групи получиха систематизирани и полезни за тях и обществото знания, допълващи тези от основния курс в учебниците им, за важни ресурси и климатични фактори за човека на планетата Земя – околната среда и нейните компоненти – атмосфера и води, както и за свързаните с тях човешки дейности за оползотворяването им по устойчив начин. Прилагането на интерактивния и игрови подход с помощта на съвременните цифрови технологии, както и на практически занимания с материали, прибори за измерване и дигитални устройства за изчисления разшири и аналитичните умения и сръчности на учениците, създаде любопитство и интерес към научните изследвания. Провеждането на творчески сесии, в които чрез рисуване и музика учениците изразяваха в забавна за тях форма отношението към и познанията си за климата, атмосферата и водите, допринесе по нестандартен начин те

да придобият самочувствие, че могат да изявяват креативни способности дори и в най-сериозните жизненоважни сфери.



Фиг. 5.

В резултат от дейностите и образователните материали ангажираните в проекта учители придобиха допълнително научно познание, подходящо по форма и тематика за преподаване в бъдеще, като част от основните учебни предмети и извънкласните клубни дейности („трениране на тренъори“).

Проектът беше популяризиран с плакати (Фиг. 5.), чрез две публични представления, организирани от МОН и БАН, чрез интернет страниците на институти-те и училищата, както и в социалните мрежи, а след завършването му – с информационни доклади на две конференции.

Допълнителна информация за проекта

<https://educationwithscience.online/projects/>

<https://educationwithscience.online/projects /климатична-кутия/>

<https://cawri-bas.eu/blog/2020/04/05/proekt-klimatichna-kutiya/>

<https://36sou.com/проекти/активни/>

<https://36sou.com/wp-content/uploads/2016/04/IIKAV-Klimati4naKutia-STEMproekt-11Oct2019-2.pdf>

<https://36sou.com/2020/05/13/награди-от-конкурс-необикновената-пр/>

https://pmgbs.com/?page_id=8478

<https://pmgbs.com/wp-content/uploads/2020/06/IIKAV-Klimati4naKutia-2019-2020-1.pdf>

Новости и особености на предстоящия национален фестивал „Наука на сцената-8“

Ана Георгиева¹, Лилия Атанасова²

¹Институт за изследване на климата, атмосферата и водите, Българска академия на науките

²Медицински университет – София, София

Абстракт: В доклада са представени новостите и особеностите при провеждането на 8-ия Национален фестивал „Наука на сцената“. Той е свързан с темата на 49-ата Национална конференция по физика „ФИЗИКАТА В STEM ОБРАЗОВАНИЕТО В СРЕДНИТЕ И ВЪВ ВИСШИТЕ УЧИЛИЩА“, тъй като Международната програма „Наука на сцената“ е създадена за развитие и пропагандиране на идеи и добри практики между STEM учителите под надслов „От учители за учители“. Поредният Национален фестивал се провежда и организира при редица ограничения и изисквания, наложени от пандемичната обстановка и у нас и в Европа, които определят нови методи както при организацията му, така и нови подходи в образователния процес, които участващите преподаватели трябва да представят и споделят. Конференцията е отличен повод и възможност това да бъде популяризирано сред тях.

1. Увод

Фестивалът „Наука на сцената“ стартира в далечната 2000 г. и до момента има проведени единадесет събития на различни места в Европа. Започва като „Физика на сцената“, на която са посветени първите му три издания, но скоро става ясно, че всички науки могат и трябва да се възползват от обмена на знания и идеи между учителите. От 2005 г. нататък инициативата продължава под името „Science on Stage“ („Наука на сцената“) и включва всички STEM учители. България участва в Европейската мрежа и програма „Наука на сцената“ още от самото ѝ създаване като „Физика на сцената“. По тази причина основните организатори на всички Национални и участието ни в Международните фестивали са Съюзът на физиците в България и Министерство на образованието и науката.

На Европейския фестивал „Наука на сцената“ всяка страна се представя от собствена делегация от преподаватели по STEM дисциплините. Затова всеки Национален организационен комитет (НОК) организира своя национален предварителен подбор година преди фестивала.

От всички подадени и представени проекти националните журита подбират най-иновативните такива на преподавателите по STEM дисциплините, които да бъдат част от техните делегации.

49-ата Национална конференция по физика на тема „ФИЗИКАТА В STEM ОБРАЗОВАНИЕТО В СРЕДНИТЕ И ВЪВ ВИСШИТЕ УЧИЛИЩА“ е изключително подходящ форум на STEM преподаватели, на който могат да се популяризират сред участниците целите и условията за провеждане на националните и международни събития на програмата „Наука на сцената“. Това е именно целта и на този доклад.

2. Организация на Националния фестивал

Предстои провеждането на осмото издание на Националния фестивал „Наука на сцената“ [1], който представлява национален подборен кръг за участието на България в международната изява, която ще се състои от 24 до 27 март 2020 г. в Прага, Чехия [2], т.е. **участниците в международния фестивал ще бъдат определени на Националния фестивал, който е със състезателен характер.**

Фестивалът за седми пореден път ще бъде в град Севлиево, а за трети път ще се проведе в СУ „Васил Левски“, най-старото и престижно училище на града. Имаме съществената и ентузиазизирана подкрепа на педагогическия екип на училището и на цялата общественост в града.

Основната цел на Европейската програма „Наука на сцената“ е да повиши нивото на преподаване на естествените науки – физика и астрономия, химия, биология, математика и информационни технологии (STEM), което води до едно по-добре научно образовано общество и насочва повече млади хора към кариера в науката, инженерните и технологичните дисциплини. Това се постига, като се дава възможност на учителите по научните дисциплини (STEM) да обменят опит и преподавателски подходи, да се вдъхновят и ентузиазират за прилагането им, да се информират и популяризират за съвременните научни постижения.

Организатори на събитието са Национален и Местен организационен комитет, а съорганизатори са Министерството на образованието и науката и фондация „Еврика“, като и за първи път то се провежда с партньорството на българския сайт на технологичния гигант SAP и Фондация „Работилница за граждански инициативи“ (ФРГИ) [3], всички подчинени на идеята за развитие на образованието в България. Разчитаме и на съдействието и подкрепата на Съюзите на физиките, химиците, биолозите, математиците и учените в България. Медийни партньори са Националното издателство „АзБуки“, сп. „Светът на физиката“ и интернет сайтовете Наука OFFNews и MediaBricks.bg.

Във фестивала могат да участват представители на всички български училища, детски градини, клубове за наука и техника и неправителствени организации от страната. Това е от малкото събития, които включват и представители на предучилищното образование, като досега от тази възрастова група отчитаме голяма активност на преподавателите, което се дължи на естествената любознателност на най-малките деца и отсъствието на задължителност при усвояването на поднасяния им материал. Всички кандидати за участието си във фестивала заявяват участието си с попълването на регистрационни форми и представят описание на проектите си.

Тази година фестивалът беше по-различен, защото ще се проведе **хибридно** – присъствено в Средно училище „Васил Левски“, Севлиево, и **онлайн, през платформата Norin**, което е организирано и финансирано от SAP – България и Фондация „Работилница за граждански инициативи“. Организирането на Фестивала в хибриден вариант е много по-сложно, но има и своите предимства, тъй като дава възможност да се включат повече участници и дори само наблюдатели.

С настоящето кратко представяне на 8-ия Национален фестивал „Наука на сцената“, ви каним да **кандидатствате сега** за предстоящото **национално** събитие. Надяваме се чрез вас да се насочи вниманието на обществото и на образователните институции върху възможностите за повишаване качеството на образо-

ванието у нас.

Всеки кандидат за участие представя заявка за участие в „Наука на сцената 8“, която съдържа информация за автора на проекта и екипа, с който той се представя. Регистрационната форма се попълва електронно на страницата на проекта. Допълнително се представя формуляр за регистрация на проекта, който съдържа неговото подробно описание, и се изпраща по електронната поща на НОК, заедно с приложени материали (снимки, видеа, презентации и др.).

На фестивала трябва да бъдат представят по най-атрактивен начин проекти, базирани на **изследователския подход** при обучението, които са с определени от Международния организационен комитет (МОК) **водещи теми**:

- **Наука за най-младите** – проекти за предучилищно и начално училище).
- **Цели за устойчиво развитие (ЦУР)** на образованието – проекти, които показват как STEM може да допринесе за постигане на ЦУР.
- **Технологии в STEM образованието** – проекти, включващи кодиране, информационни и комуникационни технологии (ИКТ), Големи бази данни, изкуствен интелект (ИИ) (artificial intelligence – AI), виртуална реалност (ВР) (virtual reality – VR), мрежова сигурност и др.
- **Многообразие в образованието – STEM** – проекти, включващи променливостта на методите на преподаване, за талантиливи ученици, за приобщаващо обучение, за сътрудничество между по-малки и по-големи ученици и т.н.).
- **STEM с изкуства** – например проекти, комбиниращи STEM с други дисциплини – изкуства, музика, спорт, история и т.н..
- **Сътрудничество в STEM образованието** – проекти в сътрудничество с местната общност – напр. между учители, училища и компании, различни общности.
- **Съвместни проекти** за участвалите в предишни Европейски фестивали „Наука на сцената“, които кандидатстват с такъв проект с колега, когото са срещнали там.

Всички учители, участващи във фестивала, трябва да представят своите проекти на **щандове** на изложба, която се нарича „Панаир“. Това е основният елемент на събитието. В него участват и ученици, които представят проекта. По желание проектите могат да бъдат допълнително представени **в една от** категориите:

- **Работилница** – интерактивни работни сесии **от учители за учители**, на които участниците работят заедно, за да учат и да практикуват нови умения, да усвояват нови дейности или да създават ресурси.
- **Сценични изпълнения**, в които участниците представят експерименти, изпълнения или експериментални лекции на сцената.

На самия фестивал се прави класиране в трите категории: щандове, работилници, представяне на сцена.

Проектите се класират от **Национално жури**, състоящо се от учени и преподаватели от висшите и средни училища. Определените от Международния организационен комитет **критерии** за класиране, на които идеалният проект за

Международния фестивал „Наука на сцената“ трябва да отговаря, са:

- Да провокира сред учениците интерес към научните дисциплини.
- Да е свързан с всекидневния живот.
- Да има постоянен и стабилен ефект.
- Да е осъществим във всекидневната учебна среда и да изисква разумни разходи за осъществяването си.
- Да се основава на обучение, базирано на изследователска дейност от страна на учениците.

Освен това се вземат предвид и някои допълнителни критерии:

- Добро владение на английски език.
- Запалени да научат нови неща, да създадат нови контакти, да разпространят добри идеи у дома.
- Предимство на нови участници в „Наука на сцената“.
- Добра комбинация от STEM дисциплините.
- Баланс между половете, възрастта, начално и средно училище и географските райони.

Трите екипа на журито, оценяващи проектите във всяко от направленията, на общо заключително заседание оформят крайното класиране на представените проекти по направления. Тази година за първи път всички описания на проектите, които са задължителна част от регистрацията на кандидатите за участие, ще бъдат оценявани и от 2-ма рецензенти. Тези допълнителни оценки се осредняват с оценките на журито, като се отчитат и допълнителните критерии. Така се формира делегацията на България за фестивала в Прага, която се състои от :

- **7 човека**, които представят проекти:
 - **До 2 - 5* проекти** – това са най-добре оценените от журито проекти, които най-комплексно отразяват критериите.
 - **До 2 - Работилници** – най-добрите, избрани на националния кръг.
 - Останалите членове са **други проекти, които са отличени** на национален кръг.
- **2-ма човека, представители** на Националния организационен комитет.
- Представители на **Съвместни проекти** за участвалите в предишни Европейски фестивали „Наука на сцената“, които се класират от международното жури.
- Одобрени членове на **международното жури**.
- **До 2-ма гости** на собствени разноски.

В 8-ия фестивал „Наука на сцената“ по традиция ще участват и ученици от всички нива на образованието, което го прави вълнуващ и атрактивен. Те имат възможност да покажат какво е привлекателното за тях в природните науки и как те могат да се използват във всекидневието и дейността на всеки. За първи път ще бъдат раздадени на участващите **ученици** в Националния фестивал „Наука на сцената 8“ **специални НАГРАДИ**.

3. Подготовка на участниците в 8-ия Национален фестивал „НАУКА НА СЦЕНАТА“ (онлайн уебинар „Моят успешен проект“ в българското селекционно събитие)

Като част от подготовката за фестивала, след обявяването на събитието, на 23 април 2021 г. в 16:00 ч. се проведе онлайн уебинар на тема „Моят успешен проект в „Наука на сцена – 8““. Целта му беше да обясни условията за участие във фестивала тази година, критериите за оценка на проекти и други организационни въпроси, които интересуваха кандидатите, които представихме по-горе. **Дневният ред** на уебинара беше следният:

1. Откриване.

2. Поздрави и информация за организацията на Международния фестивал „Наука на сцената“ в Прага, представени от Итка Хувкова (Jitka Houfkova) – един от основните му организатори.

3. Представяне от Ана Георгиева и Теодора Конова за новостите в регламента за провеждане на Националния кръг. Беше представена също и мотивацията за учителите да участват в програмата „Science on Stage“, като например:

- обмен на опит между тях;
- възможността да се присъедините към мрежата от учители на европейско ниво;

- възможност да разширят хоризонтите си и да научат от колегите си какво и как се случва в образованието извън България;

- да обменяме идеи помежду си;

- да стимулират учениците да използват изследователския подход;

- да вдъхновява другите учители да ги прилагат.

4. Представяне на Румянка Галчавова и нейния проект и „Стъпка по стъпка ... активност“, в която отчитайки новите обстоятелства на дистанционното обучение – седене пред екрана и появата на непредвидени социални ограничения, които могат да бъдат избегнати чрез пълно активиране на тялото и ума и впоследствие превръщането им в спортна, научна и социална култура.

5. В края Моника Ковачка-Димитрова от българския център за развитие на технологичния гигант SAP и фондация „Работилница за граждански инициативи“ (WCIF) сподели с участниците **създаването на програмата „Наука на сцената“** в България, която има за цел създаване на общност от учители и посланици на „Наука на сцената“ в България.

- Другата цел на програмата е да преведе и отпечата учебните материали от Science on Stage – Европа, първата от които „КОДИРАНЕ В STEM ОБРАЗОВАНИЕТО“ [4] вече е факт. Предстоящите издания на „LILU'S HOUSE: ЕЗИКОВИ УМЕНИЯ ЧРЕЗ ОПИТИ“ и „iSTAGE 3: ФУТБОЛ В НАУЧНОТО ОБРАЗОВАНИЕ“ са в процес на разработване.

- Разбира се, не на последно място, е подкрепата на организацията на Националния фестивал.

6. Въпроси и отговори.

Към уебинара се присъединиха около 50 учители и те бяха наистина заинтересовани и насърчени да участват в българското селекционно събитие – 8-мия Национален фестивал „Наука на сцената“.

4. Провеждане на Националния фестивал

Фестивалът традиционно се провежда в рамките на 3 дни. Осмият Национален фестивал „Наука на сцената“, след отлагане поради пандемията, ще се проведе **от 25 до 27 юни 2021г.** за пореден път в Севлиево при следното разписание:

- 25 юни 2021 г.
 - Пристигане, регистрация и настаняване на участниците.
 - Откриване на фестивала.
- 26 юни 2021 г.
 - Регистрация на пристигащите в деня групи.
 - Представяне на участниците присъствено и дистанционно по направление.
- 27 юни 2021 г.
 - Награждаване и закриване на фестивала.

Тържественото откриване на фестивала е на 25.06.2021 г. и винаги започва с кратка програма, представена от деца и ученици от Севлиево. Фестивала се открива от Председателя на НОК, с благодарности към домакините от СУ „Васил Левски“ за добрата предварителна организация и на участниците, включили се в събитието въпреки сложната обстановка. Ще има дистанционно приветствие от Министерството на образованието и науката. Дистанционно ще се включи с приветствие и пожелание за успех на участниците и Итка Хувкова, член на Международния организационен комитет (МОК) на Европейската програма и един от главните организатори на фестивала в Прага.

Целта на този форум е освен обмяната на опит и добри педагогически практики между участниците те имат възможности да се информират и да популяризират съвременните научни постижения. Също така и да повишат своите академични знания в областта на природните науки и да чуят опита, който споделят хората, занимаващи се с наука във висшите училища. С тази цел Националният организационен комитет предлага на аудиторията пленарни лекции, чрез които всички да се докоснат до новите постижения в науката. В деня на откриването ще бъдат изнесени три и преди закриването на форума се планират 2 лекции на актуални теми от областта на природните науки, които представляват и форма на обучение за повишаване на квалификацията на участващите педагози и събуждане на интереса на учениците към природните науки и техните приложения.

През втория фестивален ден всички участници ще представят проектите си присъствено или дистанционно и ще бъдат оценявани от членовете на журито, което заседава в края му за да класира проектите.

Сутринта на 27 юни 2021 г. на участниците ще се представи класирането от журито и ще се раздават награди както на учители, така и на ученици.

За да повишим мотивацията на учителите по природни науки да участват във фестивала, успешна практика досега е да се издават **сертификати за участие** с проект, а на отличените проекти, които ще представят България на международната сцена – **грамоти** за класирането им от журито. Освен скромните награди, които ние връчваме на авторите на тези проекти, много стимулиращо за учителите е, че въз основа на издадените сертификати и грамоти те могат да получат от съответните РУО-та по месторабота кредити, според Наредба на МОН №15 (чл. 49) от 22.07.2019 г., с която се определя начинът на **присъждане на квали-**

фикационни кредити. Нашето намерение е при възможност да публикуваме описанията на отличените проекти, които могат да послужат като учебни помагала за учителите по природни науки и да популяризират добрите практики, представени на фестивала.

При закриването на фестивала винаги се благодари на участниците и организаторите, като им се пожелава успех и в бъдещи такива дейности.

5. Заключение

На кратко можем да обобщим, че въпреки наложените от обстоятелствата ограничения, новостите при организацията и провеждането на 8-мия Национален фестивал „Наука на сцената“, ще доведат и до нови възможности. На първо място, до по-масово участие на всички желаещи преподаватели от всички степени на образованието във него. Освен това, много от учителите ще могат да се включат и наблюдават събитието дистанционно, с което ще повишат нивото си на компетентност от излъчваните публични лекции и ще имат възможност да се запознаят с опита на представящите се участници за иновативно и атрактивно преподаване на STEM дисциплините.

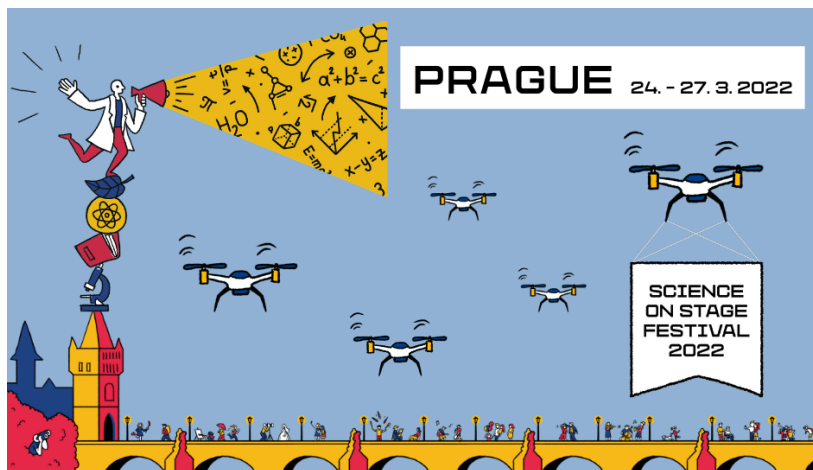
Новите форми на кандидатстване за участие и представяне на проектите дават възможност за едно по-прецизно оценяване от журито, включващо освен прякото наблюдение на щандовете, работилниците и презентациите на сцена, и рецензиране с препоръки към авторите им, което безспорно води до повишаване на нивото им.

Надяваме се представянето на изискванията и условията за участие 8-мия Национален фестивал „Наука на сцената“ на 49-ата Национална конференция по физика на тема: „ФИЗИКАТА В STEM ОБРАЗОВАНИЕТО В СРЕДНИТЕ И ВЪВ ВИСШИТЕ УЧИЛИЩА“ да мотивира и подпомогне STEM учителите при създаване и използване на нови и атрактивни методики в образованието на всички нива.

6. Литература

- [1] <https://scienceonstage.bg/home/fest/>
- [2] <https://www.science-on-stage.eu/science-stage-festival-2022>
- [3] <https://scienceonstage.bg/about-us/>
- [4] https://scienceonstage.bg/wp-content/uploads/2020/10/ws20114_SonSDE_Coding_BG_FIN 1.pdf





ДОКЛАДИ

ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Приложение на семантичния подход в информационната теория при оценяването на знания чрез дихотомни тестове

*Николай Такучев
Тракийски университет, Стара Загора*

Абстракт: Предложен е модел за оценка на знания чрез дихотомен тест (със задачи с един правилен и няколко заблуждаващи отговора (дистрактори, неправилни отговори)). Моделът е основан на т.нар. семантично (смесово) направление на Теория на информацията, в който процесът на оценяване на знания е разгледан като информационен процес с предаване на информация. Информацията се генерира от източник (оценяваният), който има цел – според знанията си, да се доближи в максимална степен до решаването на теста. Информацията във вид на информационен сигнал (отговорите на теста), е насочена към получател – оценяваният. Оценяваният оценява ценността на този информационен сигнал съобразно достигнатия прогрес на оценявания към целта. Ценността на информационния сигнал е използвана като характеристика на наличните знания на оценявания. Предложена е формула за шестобална оценка на знанията зависеща от ценността на информационния сигнал.

Цел

Описан е информационен подход към оценяването на знания чрез тест. Процесът на оценяване на знания е частен случай на информационен процес, свързан с генерирането, предаването и възприемането на информация.

Резултати

Информационна система

Система с протичащ в нея информационен процес е наричана по-долу информационна. В частния случай на оценяването на знания, информационната система се състои от:

1. Източник на информационен сигнал. В случая това е изпитваният.
2. Информационният сигнал, насочен към получателя.
3. Получател на информационния сигнал. В случая това е оценителят.

Оценяваният е генератор на информационен сигнал, който да бъде възприет от оценителя. Под информационен сигнал в случая с процеса на оценяване се разбира цялостното изложение на знанията, които оценяваният предоставя на оценявания – в зависимост от носителя на сигнала това може да е писмена работа, устно изложение, компютърен или писмен тест.

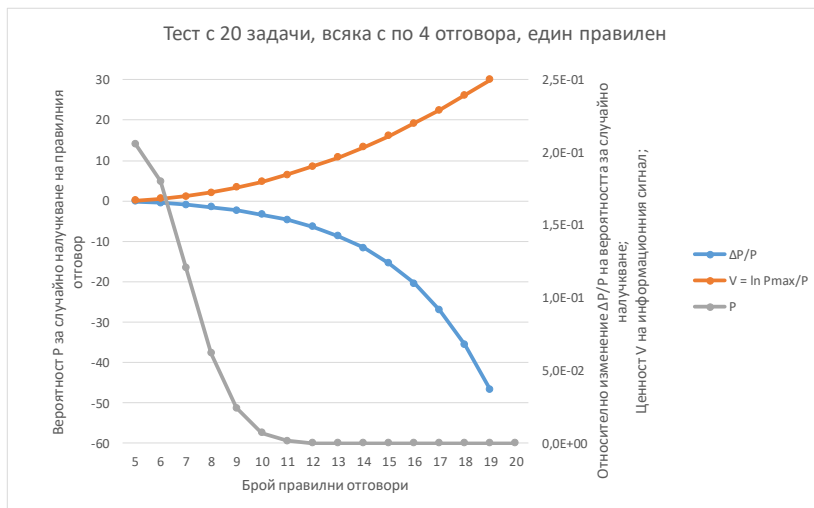
С подаването на информационния сигнал оценяваният се стреми максимално да се доближи до постигането на определена цел – да си вземе изпита с отличен като отговори правилно на всички задачи в теста. Прогресът към достигането на целта се задава от критериите, изработени от оценителя.

Оценителят получава информационния сигнал и оценява ценността му съобразно прогреса на оценявания към постигане на целта. Ценността на информационния сигнал е максимална при достигане на целта. Частичният прогрес при

придвижването към целта е свързан с частична ценност на информационния сигнал. Оценяващият използва ценността на информационния сигнал като мерило за наличните знания на оценявания по оценяваната материя.

Дефиниция за ценност на информацията, приложима към проблема за оценяване на знания

Разглежданият по-долу подход преценява ценността на информационния сигнал по отношение на прогреса на оценявания към достигане на определената цел – правилен отговор на всички задачи в теста. Ценността на информационния сигнал е характеристиката на наличните знания на оценявания. Ценността на информационния сигнал („знанието“) в предлагания метод е получена чрез „незнанието“ – чрез оценка на прогреса към целта на оценяван без знания. На относителното ниво на ценността на информационния сигнал спрямо максималната достижима ценност се съпоставя относителна оценка – спрямо максималната достижима оценка в използваната скала за оценяване на знания. В резултат се получава окончателна формула за оценка на наличните знания на оценявания съобразно ценността на отговорите му.



Фиг. 1. Вероятността за случайно постигане на целта – правилен отговор на всички задачи в тест с 20 задачи бързо намалява с прогреса към целта. Показано е и относителното изменение на вероятността, както и изменението на ценността на информацията. Графиките са по данните от таблица 1 по-долу.

Предлаганият аналитичен вид за ценност на информационния сигнал е базиран на две изчислими вероятности за случаен прогрес в посока постигане на целта. За тестове, състоящи се от задачи с по един правилен отговор, индикатор за прогреса към достигане на целта е броят правилни отговори, които оценяваният е посочил.

На фиг. 1. е показано изменението на вероятността за случайно налучкване на определен брой правилни отговори от тест, съдържащ 20 задачи, всяка с по

четири равно вероятни за налучквания отговори, от които един правилен. Вероятността за случайно налучкване на правилни отговори бързо намалява и за случайно налучкване на всички задачи в теста е от порядъка на 10^{-14} . За сравнение вероятността за улучване на точно шест определени числа от 49 (шестица от спортния тотализатор) е $7,2 \cdot 10^{-8}$, което е сравнимо с това случайно да се налучкат 16 правилни отговора от споменатия тест.

Колкото по-голям е прогресът на оценявания към постигане на целта, т.е. на колкото повече въпроси е отговорил правилно, толкова по-малко вероятно е това да е случайно, толкова по-вероятно е това да е резултат от налични знания. По-долу „незнанието“ (вероятността от случаен прогрес към целта) се използва като мерило за ценността на информационния сигнал, който от своя страна е характеристика на „налични знания“. Ценността на информационния сигнал е толкова по-голяма, колкото по-малка е вероятността за случайното постигане на определен прогрес към целта, в частност ценността на информационния сигнал е максимална при максимален прогрес, т.е. когато тя е достатъчна за постигане на крайната цел – правилни отговори на всички въпроси в теста.

При решаване на тест чрез случайно налучкване оценяваният попада и на правилни отговори. Средният брой правилни отговори, които голяма група оценявани биха получили чрез случайно налучкване, показва най-вероятният прогрес към целта при липса на знания. Съответно информационната ценност на сигнал, водещ до постигането на най-вероятния прогрес, е нулева. На всеки случайно налучкан брой правилни отговори (прогрес към целта) съответства вероятност за постигането му. Вероятността достига максимум при най-вероятния случаен прогрес, след което бързо монотонно намалява до минимума си при максималния прогрес (когато всички случайно избрани отговори са правилните). Най-вероятният случаен прогрес зависи от вида на теста и задачите в него.

На всеки брой правилни отговори съответства вероятност за постигането му чрез случайно налучкване:

Брой правилни отговори	0	1	...	m	...	k	...	n
Вероятност	$P(0)$	$P(1)$...	P_{\max}	...	$P(k)$...	$P(n)$

С увеличаване на броя правилни отговори вероятността за случайно налучкване нараства, достигайки максимум P_{\max} , след което монотонно намалява до $P(n)$, т.е. изменението ѝ ΔP (при промяна на правилните отговори с един) е отрицателно, относителното ѝ изменение $\Delta P/P$ също е отрицателно, но се изменя в по-малка степен ($0 \div -46,78$ в примера от фиг.1 и таблица 1.). По-долу като мерило за изменението на ценността ΔV на информационния сигнал се приема относителното изменение на вероятността $\Delta P/P$. Двете изменения са с противоположен знак, т.е. намалението на вероятността за случайно налучкване в посока към целта води до пропорционално увеличение на ценността. Аналитичният израз на тази дефиниция на изменението на ценността е:

$$\Delta V = -\frac{\Delta P}{P}. \quad (1)$$

След интегриране и тъй като $V = 0$ съответства на $P = P_{\max}$, следва:

$$V = -\ln P + \ln P_{max} = \ln \frac{P_{max}}{P}. \quad (2)$$

Формулата е приложима за брой правилни отговори, равен или по-голям от най-вероятния случаен прогрес m към целта, т.е. за $m \leq k \leq n$.

Ценността на информационния сигнал е адитивна характеристика – общата ценност на независими тестове е сума от ценностите на всеки от тях поотделно.

В предложената дефиниция за ценност на информацията при оценяване на знания, вероятностите са изчислими величини, приложими за оценяване на знания чрез тестове. В модела на ценността на информационния сигнал е заложен ясен критерий за нулева ценност на информацията, т.е. когато оценяваният няма знания по темата на изпита. Нулевата ценност съответства на изчислима величина – максимумът на вероятността за случаен прогрес към целта. Това превръща съвкупността от оценки, изчислени чрез предлаганата формула за ценността, в скала на отношенията – най-информативния вид измерителна скала (с естествена нула, допустими са отношения между стойностите). За сравнение Целзиевата скала е интервална, не са допустими отношения между температурите в нея, а Келвиновата скала е скала на отношенията.

В предлагания вариант на оценяване на знания чрез тест налучкването е отчетено в оценителския процес и не са необходими специални мерки и санкции срещу прилагането му от страна на оценявания.

Оценка на тест със задачи с избираем отговор

Най-технологичен вид тестове са тези със задачи с еднакъв брой отговори, само един от които е правилният (multiple choice tests). Ако отговорите на задачите са подбрани така, че да изглеждат еднакво вероятни на интелигентният оценяван, който не знае правилните отговори и налучква, тогава за изчисление на вероятността $P_n(k)$ за случайно налучкване на k правилни отговора от общо n задачи в теста е приложима формулата на Бернули [1]:

$$P_n(k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k}, p + q = 1, \quad (3)$$

където с p е означена вероятността за случайно улучване на правилния отговор на отделна задача от теста. Ако всички задачи от теста са от еднакъв вид, тази вероятност е една и съща за всички задачи. С q е означена вероятността за случайно улучване на неправилен отговор от отговорите в задачата. Сумата на вероятностите за случайно улучване на отговор на задачата е $p + q = 1$.

Най-вероятният брой правилни отговори, улучени случайно от оценявания е най-близкото цяло число до np [1], т.е. в (4) k се замества с np , за да се получи максимума на вероятността P_{max} , съответстващ на най-вероятния случаен прогрес към целта на налучквания верните отговори.

За ценността на информационния сигнал след заместване от (4) в (3) се получава израза:

$$V_n(k) = \ln \frac{\binom{n}{np} p^{np} q^{nq}}{\binom{n}{k} p^k q^{n-k}}, n \geq k. \quad (4)$$

По-лесно приложима формула за $P_n(k)$ се получава чрез формулата на Моавр – Лаплас, която е приближение на (4) при голям брой (на практика над 5) задачи в теста. След заместване на изразените чрез формулата на Моавр – Лаплас изрази за $P_n(k)$ и P_{\max} в (5) се получава:

$$V_n(k) \cong \frac{(k-np)^2}{2npq}, k \geq np. \quad (5)$$

Максималната ценност на информационния сигнал се достига, когато $k = n$. Отношението между ценността на информационния сигнал, съответстващ на случайно улучени k правилни отговора, към максималната ценност е характеристика на наличните знания на оценявания, по отношение на постигането на целта. За относителната ценност се получава:

$$\frac{V_n(k)}{V_n(n)} = \left(\frac{k-p}{q}\right)^2. \quad (6)$$

В оценителската практика наличните знания се оценяват в скала от численни оценки. На относителната ценност на информационния сигнал (7) по скалата на оценките съответства отношение между два интервала от оценки за същите налични знания:

$$\frac{\vartheta - \vartheta_{\min}}{\vartheta_{\max} - \vartheta_{\min}} = \frac{V_n(k)}{V_n(n)},$$

От който за оценката θ следва:

$$\vartheta = r \frac{V_n(k)}{V_n(n)} + \vartheta_{\min} = r \left(\frac{k-p}{q}\right)^2 + \vartheta_{\min}. \quad (7)$$

В частност за използваната в България шестобална скала $\theta_{\min} = 2$, $\theta_{\max} = 6$, т.е. $r=4$.

Най-използвани се тестове, състоящи се от задачи с по 3, 4 и 5 отговора. За тях формула (8) добива вида:

$$\begin{aligned} \vartheta_{3 \text{ отговора}} &= 4 \left(\frac{k - \frac{1}{3}}{\frac{2}{3}}\right)^2 + 2 = \left(3\frac{k}{n} - 1\right)^2 + 2, \frac{k}{n} \geq \frac{1}{3} \\ \vartheta_{4 \text{ отговора}} &= 4 \left(\frac{k - \frac{1}{4}}{\frac{3}{4}}\right)^2 + 2 = \frac{4}{9} \left(4\frac{k}{n} - 1\right)^2 + 2, \frac{k}{n} \geq \frac{1}{4} \\ \vartheta_{5 \text{ отговора}} &= 4 \left(\frac{k - \frac{1}{5}}{\frac{4}{5}}\right)^2 + 2 = \frac{1}{4} \left(5\frac{k}{n} - 1\right)^2 + 2, \frac{k}{n} \geq \frac{1}{5} \end{aligned} \quad (8)$$

За надеждността на оценяването чрез изведените формули може да се съди от таблица 1 по-долу.

Таблица 1. Параметри на тест на примера на тест с 20 задачи с по 4 равно вероятни отговора от които един е правилен.

k -брой правилни отговори, $k \geq 5$	Вероятност P за случайно улучване на k правилни отговори	Разлика във вероятностите $\Delta P = P(k) - P(k-1)$	Относително изменение на вероятността $\Delta P/P$	Ценност на информационния сигнал $V = \ln P_{\max}/P$	Оценка θ
5	$2,06 \cdot 10^{-01}$				2,00
6	$1,80 \cdot 10^{-01}$	$-2,57 \cdot 10^{-02}$	-0,14	0,13	2,02
7	$1,21 \cdot 10^{-01}$	$-5,94 \cdot 10^{-02}$	-0,49	0,53	2,07
8	$6,20 \cdot 10^{-02}$	$-5,88 \cdot 10^{-02}$	-0,95	1,20	2,16
9	$2,44 \cdot 10^{-02}$	$-3,76 \cdot 10^{-02}$	-1,54	2,13	2,28
10	$7,35 \cdot 10^{-03}$	$-1,71 \cdot 10^{-02}$	-2,32	3,33	2,44
11	$1,70 \cdot 10^{-03}$	$-5,65 \cdot 10^{-03}$	-3,33	4,80	2,64
12	$3,00 \cdot 10^{-04}$	$-1,40 \cdot 10^{-03}$	-4,66	6,53	2,87
13	$4,05 \cdot 10^{-05}$	$-2,59 \cdot 10^{-04}$	-6,39	8,53	3,14
14	$4,20 \cdot 10^{-06}$	$-3,63 \cdot 10^{-05}$	-8,65	10,80	3,44
15	$3,34 \cdot 10^{-07}$	$-3,87 \cdot 10^{-06}$	-11,60	13,33	3,78
16	$2,03 \cdot 10^{-08}$	$-3,13 \cdot 10^{-07}$	-15,44	16,13	4,15
17	$9,45 \cdot 10^{-10}$	$-1,93 \cdot 10^{-08}$	-20,47	19,20	4,56
18	$3,37 \cdot 10^{-11}$	$-9,11 \cdot 10^{-10}$	-27,03	22,53	5,00
19	$9,21 \cdot 10^{-13}$	$-3,28 \cdot 10^{-11}$	-35,60	26,13	5,48
20	$1,93 \cdot 10^{-14}$	$-9,02 \cdot 10^{-13}$	-46,78	30,00	6,00

Ако се прилага използвания в практиката критерий за успешно решен тест – с оценка поне 3,00 (13 правилни отговора от 20 възможни), вероятността от погрешно оценяване при използването на скалата от изложения в таблицата вид е много малка. Както се вижда от таблицата, вероятността за случайно налучване на 13 правилни отговора е от порядъка на 10^{-5} , т.е. от сто хиляди оценявани чрез описания в примера тест, които налучкват случайно, само един би получил оценка 3,14.

Изведените формули бяха използвани в компютърни тестове за оценяване на знания по физика на студенти от Тракийски университет от 1985. От 20 години се използват за изчисляване на оценките от кандидатстудентските тестове за прием в университета.

Литература:

1. Карасев А. И., Теория вероятностей и математическая статистик, М. Статистика, 1979, ББК. 22.172/k21 (на руски език).

Обучение по дисциплината Ядрена електроника за студентите по физика в Софийския университет „Св. Климент Охридски“

Илко Русинов

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Абстракт: Дисциплината Ядрена електроника е с приложна насоченост. Тя е една от дисциплините, които допълват теоретичното обучение по физика с цел разширяване на обхвата от компетентност на бъдещите специалисти-физици и създаването на комплексни умения за експериментална и приложна дейност. Дисциплината се преподава в две части – в бакалавърската и магистърската образователно-квалификационна степен. Предназначена е по начало за студентите специализиращи в областта на ядрената физика и ядрените технологии, но се избира и от студенти от други специалности, които имат интерес към експеримента. Предмет на обучението е областта на електрониката свързана с получаването и обработката на сигналите от разнообразни по вид детектори на йонизиращи лъчения. Разглеждат се принципите, методите и електронните схеми използвани в ядрено-физичния експеримент за получаване на информация за енергията и времето на взаимодействие в детекторите. Изучаваните теми, включващи аналогова и цифрова електроника с акцент върху програмируемите схеми, имат и по-общ характер, с потенциално приложение в други области. Предвид приложната насоченост, лекциите се съчетават със съществен по хорариум лабораторен практикум и в двете части. В доклада се разглежда съдържанието на обучението и начинът на преподаване, както и прилаганата системата за контрол и оценяване, която включва приноси от лабораторната дейност, текущи тестове, домашни задачи и изпитен тест. Обсъжда се съчетанието на самостоятелната с екипната работа на студентите, изпълнението на задания-проекти, развитието на уменията за решаване на задачи, елементи на дистанционното обучение.

1. Изложение

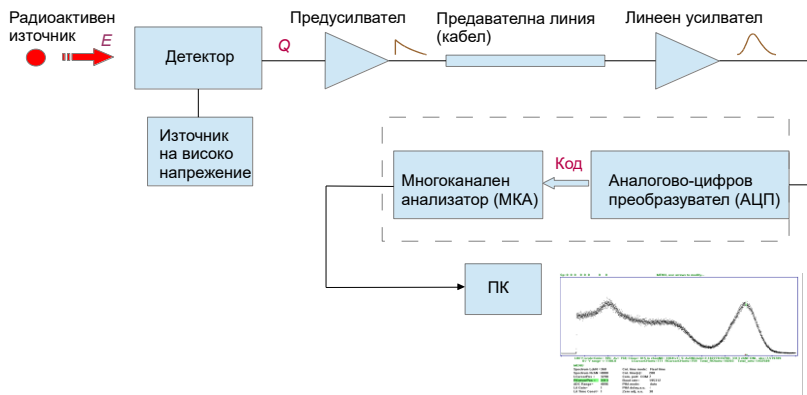
Ядрената електроника, инженерна област получила развитие с развитието на атомната физика и необходимостта от обслужването на ядрено-физичния експеримент, е пример за преплитането и взаимодействието между природните и инженерните науки. Предмет на дисциплината е обработката на сигналите от детекторите на йонизиращи лъчения и извличането на информация за енергията и времето на взаимодействие с лъченията.

Обучението на студентите по ядрена електроника в Софийския университет е с дългогодишна традиция, благодарение на приноса на много преподаватели. Сега то се води в две части. Първата част е курсът по Ядрена електроника за бакалаври, задължителен за специалност Ядрена техника и ядрена енергетика (ЯТЯЕ) и избираем за другите специалности, с хорариум 45 часа лекции и 45 часа лабораторен практикум. Този курс има вариант на английски език за специалността Физика на ядрото и елементарните частици на английски (Nuclear and Particle Physics). Втората част, Ядрена електроника 2, е избираема в магистърски-

те програми Физика на ядрото и елементарните частици (ФЯЕЧ), Ядрена енергетика и технологии (ЯЕТ), Медицинска физика(МФ) и други. Хорариумът е 45 часа лекции и 45 часа лабораторен практикум. Необходима базова подготовка предполага успешно взети курсове по обща физика и основи на електрониката. В зависимост от своята подготовка, и след консултация, студентите-магистри могат да избират последователно и двата курса или само единия от тях.

Целта на обучението в бакалавърската степен е студентите да получат знания по проблемите и принципите на изграждане на електронната апаратура за ядрени измервания и да придобият практически опит по разчитане на принципните електрически схеми на устройствата, сглобяване, настройка и диагностика на неизправностите на съответните електронни блокове. Разглеждат се основните принципи и градивни части на целия тракт на усилване, предаване, формиране и преобразуване в цифров вид на сигналите. Студентите се запознават със системите за получаване на амплитудна и времева информация. В практическите упражнения студентите сглобяват и изследват аналогови и цифрови вериги, отнасящи се до разглежданите теми, на базата на интегрални схеми и дискретни компоненти. Задачите се изпълняват последователно от всеки студент на самостоятелно работно място в лабораторията, оборудвано с нужната базова апаратура. Използват се също и готови модули и постановки.

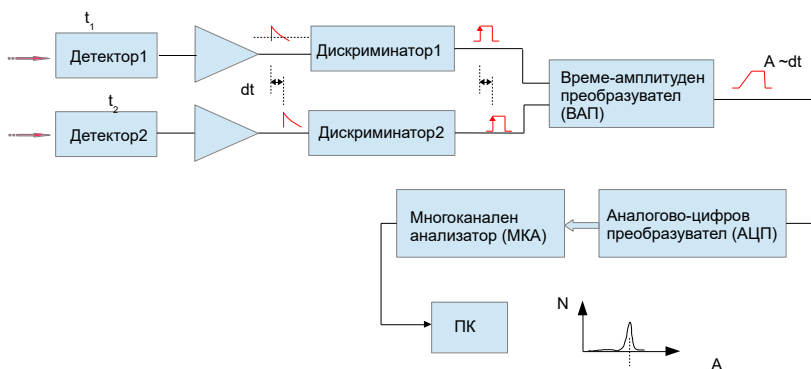
Фигура 1 и Фигура 2 показват структурата на типични експериментални системи за измерване на енергията на лъченията и времеви интервали, устройството и работата на които е предмет на подробно изучаване.



Фиг. 1. Обща структура на лабораторна постановка за измерване на енергетичните спектри на йонизиращите лъчения.

Курсът Ядрена електроника 2 се разглежда като продължение на курса по Ядрена електроника от бакалавърската степен. Цели се разширяване на познатия и практическия опит на студентите-магистри, ориентирани се към експерименталната физика, относно методите и електроните системи за получаване и обработка на сигналите от детекторите на йонизиращи лъчения. Курсът започва с преговор на основни теми от първата част. Изучават се принципите и разпространените стандарти за предаване на аналогови и цифрови сигнали между електронните блокове и на по-големи разстояния, високоволтови захранвания за де-

текторите и други специални схеми. Основно тегло имат темите разглеждащи програмируемите логически схеми с висока степен на интеграция (CPLD, FPGA, микроконтролери), имащи широко приложение, както и средствата за описание, програмиране и симулиране на тяхната работа. В практическите упражнения студентите сглобяват и изследват аналогови и цифрови вериги, отнасящи се до разглежданите теми и програмират функциите на цифрови интегрални схеми и модули (използват се езиките Асемблер, VHDL). Студентите инсталират на своите компютри софтуера за програмиране на микроконтролери (MPLAB на Microchip), за конфигуриране на програмируеми схеми ISE на Xilinx, текстов редактор/компилятор на C++, с което се улеснява съчетаването на аудиторната с извънаудиторната работа.



Фиг. 2. Обща структура на лабораторна постановка за измерване на времеви интервали между взаимодействия в два детектора.

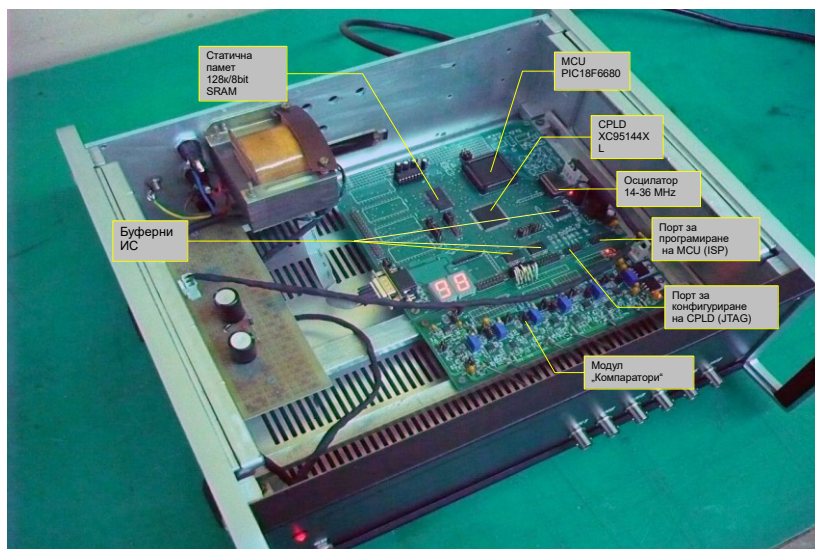
За самостоятелната подготовка на студентите се препоръчват книги и учебници, част от тях са дадени в литературата [1-7]. Схемата прилагана за контрол на резултатите от обучението предполага системни занимания през семестъра. Тя включва текущи тестове, първият от които е входен и без оценка, и домашни задачи, които заедно с резултатите от лабораторния практикум участват с тегло в оформянето на крайната оценка, наред с финалния изпитен тест. Тестовите се решават за определено време и включват въпроси от затворен и отворен тип, малки задачи, електрически схеми, чието действие следва да се анализира.

За постигане на ефективно обучение, заниманията и в дата курса са съобразени с различното ниво на предварителни знания и опит на отделните студенти в тази специфична област. В помощ са консултациите и обсъждането на домашните задачи, значителната самостоятелност на студентите в организацията на работното място и изпълнението на практическите упражнения, допълнителното време при необходимост, възможност за скипна работа по проекти във втората част. Предвижда се стимулиране на творческия интерес чрез задания изискващи „изобретяване“ на различни устройства с ресурсите на дадена електрическа схема.

Изпълнението на по-сложни проекти е традиционно затъпено в магистърския курс. Типични задания са изграждането и изпитването на електронен модул

или част от модул (например зарядочувствителен усилвател, едноканален и многоканален анализатор, логически блок и др.), и/или разработване на програмно осигуряване за логическите схеми в модулите и интерфейс за тяхното управление и обмен на данни с персонален компютър.

Пример за такъв проект е проектът „Генератор на импулси“, който е базиран на готов модул (Фигура 3, [8]). Модулът включва захранващ и интерфейсен блок, логическа част, съдържаща микроконтролер, програмируема схема (тип CPLD), статична памет, буфери, светодиодна индикация и аналогова част с няколко бързи интегрални дискриминатора с регулируеми прагове. Наличните ресурси дават възможност за реализация и на други задачи. Удобна е схемата за многократно препрограмиране на чиповете на място чрез свързване на програматорите към обособените за целта портове.



Фиг. 3. Електронен модул към проекта „Генератор на импулси“.

За целите на конкретния проект студентите се запознават с архитектурата на програмируемите интегрални схеми, езиците и средствата за тяхното програмиране и симулиране на работата им. Съставят се програмни кодове реализиращи варианти на генератор на правоъгълни импулси с фиксирани параметри – период и продължителност (софтуерна реализация с микроконтролера и хардуерна реализация с програмируемата схема). Следва надграждане като се създават елементи на интерфейсна програма за персоналния компютър (C++) и съответен код за микроконтролера, с които се реализира обмен на команди и данни и управление на параметрите на генератора чрез компютъра. Проектът, както и подобните на него, свързани основно с разработването на софтуер и симулиране на работата на схемите, е удобен за прилагане и в дистанционна форма на обучение.

2. Заключение

Разгледаното обучение комбинира знания и опит по физика, аналогова и цифрова електроника и програмиране. То цели допълнителна квалификация на студентите по физика в инженерна посока, което да подпомогне успешната им експериментална или приложно-конструкторска дейност при бъдещата им професионална реализация.

3. Литература

- [1] F. Manfredi, D. Camin, U. Cianciaglini et.al., *Selected topics in nuclear electronics*, IAEA, Vienna (1986).
- [2] В. Ангелов, *Лекции по Ядрена електроника*, София (1999-2003).
- [3] М. Маринов, М. Митев и А. Пенева, *Ядрена електроника*, Техника, София (1991).
- [4] П. Хоровиц и У. Хилл, *Искусство схемотехники*, Мир, Москва (1993).
- [5] Б. Джоунс, *Електроника за експерименти и изследвания*, Техника, София (1991).
- [6] С. Соклоф, *Приложения на аналоговите интегрални схеми*, Техника, София (1990).
- [7] И. Русинов, *Задачи и упражнения по ядрена електроника*, София, (2020).
- [8] С. Георгиев, *Изграждане на многовходов преброител*, дипломна работа, СУ, София, (2010).

Въведение в машинното самообучение: упражнение за студенти по астрофизика

Йордан Даракчиев, Петко Недялков

Катедра Астрономия, Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“

Абстракт: Машинното самообучение (machine learning, ML) отдавна навлезе както в индустрията, така и в академичните среди. Като значителна част от съвременното STEM образование, се налага бъдещите учени да се запознаят с методите, похватите и начините на прилагане на ML. Тази статия има за цел да представи упражнение за студентите по астрофизика (в бакалавърска или магистърска степен). Тя съдейства за прилагането на познания по статистика, линейна алгебра и анализ на данни, които студентите вече имат, за да изградят представа за ML – на теория и практика. Упражнението започва от „първи принципи“ и има за цел да утвърди ролята на научния метод за получаването на нови знания – за индивида и науката като цяло. След провеждане на упражнението, се очаква студентите да разбират основни понятия в областта, както и да получат познания, директно преносими върху научната им работа. Използват се астрономически данни. Предполага се базово познаване на езика за програмиране Python – за практическата част. Упражнението и данните към него са налични на адрес <https://gist.github.com/iordan93/b600876d0aa8adc89a21d9356fe2d97e>. Авторските решения към него са налични на адрес <https://gist.github.com/iordan93/bf98c1e795bda1d349725e6797f689ae>.

1. Въведение

Постиженията на машинното самообучение (ML) се срещат все по-често в днешни дни, което се дължи най-вече на все по-достъпните данни и увеличаването в изчислителната мощност на компютрите. Методите за анализ и моделиране на данни стават все по-достъпни и за неспециалисти [1]. Заедно с това, все по-голяма популярност намират въпросите за прилагането му в различни области, като автоматизиране на човешкия труд, автономни автомобили и здравеопазване. Тези въпроси са както технически, така свързани и с етичния аспект от прилагането на ML и „изчистването“ на пристрастия, морални и когнитивни склонности, съдържащи се в данните, използвани за обучение. Заедно с това, машинното обучение се прилага успешно в много области, както в ежедневието: препоръчване на филми [2], разпознаване на човешка реч [3]; така и в науката: прогнозиране на влиянието на климатичните промени [4], предсказване структурата на протеини [5].

Наличието на големи обеми данни в астрофизиката и необходимостта от тяхното бързо и точно обработване, прави областта много подходяща за прилагане на ML алгоритми. С това идва и необходимостта от образование по основите, добрите практики, нововъведенията, посоките на развитие и нерешените проблеми на ML. В много университетски специалности – научни, математически, дори икономически – ML е част от учебната програма. В Катедра Астрономия на СУ съществува магистърски курс по „Статистически методи в астрофизиката“, където подходът вече успешно се прилага.

Описаното упражнение може да се приложи и в бакалавърския курс – напр. в упражненията към курса „Обща астрофизика“. Методите на работа и данните са така подбрани, че да имат отношение към важен въпрос в астрофизиката (класификация на променливи обекти по техни физически характеристики), но заедно с това – да бъдат относително прости за разбиране.

2. Основни цели

Документът е предназначен за студенти, които се запознават с терминологията и спецификата на работа с ML за първи път. Той цели да демонстрира теоретичните основи на ML, като използва предишни знания по основи на статистиката и математическия анализ. Заедно с това, студентите започват работа по реална практическа задача, силно наподобяваща задачите, които се решават ежедневно от специалисти в областта. Те получават насоки и как да развият анализа и оценката си след завършване на упражнението. Получените умения са директно приложими в научната работа на студентите. Упражнението може да се използва и като първо от серия – формираща семинарната част на курс по темата.

3. Предварителни изисквания

Необходимо е студентите да имат математически познания в областите на линейна алгебра (матрици и матрични операции), математически анализ (производна на многоизмерна функция), теория на вероятностите (алгебрични закони за вероятност) и статистика (метод на максималното правдоподобие). Всички тези познания се покриват в първи курс от бакалавърската степен на обучението във Физическия факултет на СУ.

За практическата част, е необходимо студентите да разполагат с компютър – личен или осигурен от учебна лаборатория, с каквато разполага Катедра Астрономия. Хардуерните изисквания са минимални и урокът може да бъде проведен на почти всяка машина произведена след 2010 г. Софтуерните изисквания включват интерпретатор за Python 3 [6], Jupyter Notebook [7], както и библиотеките NumPy [8], pandas [9], matplotlib [10] и scikit-learn [11]. Авторите препоръчват използването на софтуерния пакет Anaconda [12], който покрива всички горесъбрани изисквания. Няма ограничения за операционната система: всички изброени софтуерни пакети и библиотеки имат версии за Windows, Linux и MacOS.

Необходимо е студентите да имат предварителни познания по основите на програмирането. Такива във ФзФ на СУ се получават в курсове като „Програмиране и изчислителна физика“. При липса на познания по езика за програмиране Python, е необходимо водещият упражнение да направи кратко въведение в рамките на около три учебни часа. Не се изискват задълбочени познания в областта на програмирането – още една важна предпоставка за осигуряване на достъпността и разбирането на иначе новия учебен материал.

Все пак, при недостиг на ресурси – например не всеки разполага с компютър – са напълно приемливи вариантите водещият упражнение да демонстрира код, който пише на живо пред студентите, както и упражненията да се провеждат само в теоретичната си част, а резултатите от изпълнението на кода (приложени в авторските решения) само да се демонстрират.

4. Очаквани резултати

След приключване на упражнението, студентите се очаква да придобият познания за основни термини и техните дефиниции:

- Машинно самообучение (machine learning)
- Обучение под надзор (supervised learning), обучение без надзор (unsupervised learning), обучение чрез опит (reinforcement learning)
- Задачата „класификация“ (classification) в ML
- Моделираща функция (modelling function), метрика за правдоподобие (likelihood metric), функция на грешката (loss function), оптимизация (optimization), градиентен метод (gradient descent)
- Логистична регресия (logistic regression)

Упражнението е съобразено с аудиторията (и оскъдието от материали по темата за ML на български език) и затова съдържанието и термините са преведени на български. Налага се да отбележим, обаче, че в интерес на студентите е да познават терминологията и на английски с цел по-лесна научна комуникация с колеги в чужбина, както и четене / публикуване на статии. За тази цел термините се дават и с английския им еквивалент. Отбелязваме също, че някои термини нямат официален превод на български език.

В областта на математиката, студентите си припомнят правилата за диференциране и ги прилагат, за да намерят първата производна на сигмоидната функция и градиента на функцията на грешка. Използват се познания и по свойства на логаритмите и метод на максималното правдоподобие.

Заедно с теоретичните познания, студентите придобиват следните практически такива:

- Чертаене на графика на функция с `numpy` и `matplotlib`
- Четене на файл с астрономически данни (формат `.csv`) с `pandas`
- Изследване на данни: селекция на променливи, групиране, трансформация на данни (скалиране), чертаене на статистически диаграми
- Специфика на практиката в ML: трениращи и тестови данни, метрики за класификация, трениране и оценка на модел, настройка на хиперпараметри.

5. Структура на упражнението

По желание на преподавателя, упражнението може да се раздели на два или три блока (по 2-3 учебни часа). Също така, той може да прецени дали и как да продължи работата със същите данни, след приключване на упражнението. То без проблеми може да бъде използвано като въведение към серия подобни упражнения.

Теоретична част: В нея се излага необходимостта от статистическо моделиране, основни понятия, свързани с ML и се излага цялостния математически апарат, който е необходим за решаването на задачата. Изхожда се от „първи принципи“, като студентите се „повеждат“ през всяка стъпка от математическото извеждане.

На финала на упражнението се демонстрира, че така изведената математическа „рамка“ служи за всяка задача за класификация и по никакъв начин не е ограничена до разглеждания алгоритъм за логистична регресия. Това демонстрира широката приложимост дори на основни познания, принципа на абстракция в математиката, както и (в опита на авторите) – води до по-голяма самоувереност у

студентите.

Практическа част (задачи): Под ръководството на преподавателя, който води упражнението, или самостоятелно, студентите преминават през общо десет задачи. Първите три са свързани с математически познания и целта им е да служат като „загривка“. Следващите задачи са свързани с работата с реални данни и процеса по обучение (трениране) и оценка на модел.

Практическите задачи са така подбрани, че направата на всяка една изисква минимално количество код – често по един ред за всяка задача. Това се случва благодарение на синергията между използваните библиотеки и има за цел да улесни работата на студентите (и преподавателите, които демонстрират упражнението). Всяка задача описва по една малка стъпка от процеса и решението ѝ зависи от резултатите от предните такива. Така, в действителност доста сложния процес по избиране на данни, трениране и селекция на модели, се привежда в линеен и разбираем вид – подходящ за начинаещи.

След началната суфорта от добре свършената работа, студентите имат възможност да продължат в различни насоки. Последната, незадължителна, задача въвежда студентите в процеса на оптимизация на хиперпараметри.

6. Заключение и бъдеща работа

Популярността на ML в съвременния свят е безспорна. По същество, това е една интердисциплинарна тема. За да бъде прилагана успешно, се изискват предварителни познания – както от математическата теория, така и в областта, в която се използва (в този случай – астрофизика). Изискват се познания и по работа с код и визуализации. Същевременно, обаче, се полагат големи усилия да се намали „потенциалната бариера“ пред навлизащите в областта. Смятаме, че това упражнение е част от усилията в тази насока. Негова допълнителна цел е да създаде ресурс за конкретна група: български студенти по астрофизика – защото ресурсите в областта на български език не са много.

Упражнението може да се използва като цялостен курс по темата на ML – какъвто вече има в много дисциплини и какъвто се надяваме да бъде въведен и във ФзФ, като се имат предвид ентузиазма и широките познания на студентите по астрофизика във факултета.

Надяваме се нашата работа да е полезна!

7. Литература

- [1] O Anatole von Liliensfeld, *Introducing Machine Learning: Science and Technology. Machine Learning: Science and Technology* 1, 1 (2020).
- [2] J. Lund, Y. Ng, *Movie recommendations using the deep learning approach. 2018 IEEE international conference on information reuse and integration (IRI). IEEE* (2018).
- [3] A. Nassif et al. *Speech recognition using deep neural networks: A systematic review. IEEE access* 7, pp. 19143–19165 (2019).
- [4] A. Luccioni et al., *Using Artificial Intelligence to Visualize the Impacts of Climate Change. IEEE Computer Graphics and Applications* 41, 1 (2021).
- [5] A.W. Senior et al., *Improved protein structure prediction using potentials from deep learning. Nature* 577, pp. 706–710 (2020).
- [6] <https://docs.python.org/3/reference/> (16.07.2021).

- [7] T. Kluyver et al., Jupyter Notebooks – a publishing format for reproducible computational workflows. *Positioning and Power in Academic Publishing: Players, Agents and Agendas* (2016).
- [8] C.R. Harris et al, Array programming with NumPy. *Nature* 585, 357–362 (2020).
- [9] Wes McKinney, Data Structures for Statistical Computing in Python. *Proceedings of the 9th Python in Science Conference*, pp. 56–61 (2010).
- [10] J.D. Hunter, Matplotlib: A 2D graphics environment, *Computing in Science & Engineering*, Vol. 9 No. 3 pp.90–95 (2007).
- [11] F. Pedregosa et al., Scikit-learn: Machine Learning in Python, *Journal of Machine Learning Research*, Vol. 12, pp. 2825–2830 (2011).
- [11] <https://www.anaconda.com/products/individual> (16.07.2021).

Природни и антропогенни фактори за климатичните промени

*Екатерина Бъчварова, Явор Чапанов, Албена Ватралова
Институт за изследвания на климата, атмосферата и водите при Българска академия на науките*

Абстракт: Има неоспорими факти за постепенната промяна на климата на Земята в наше време, но все още предизвикателство пред съвременната наука е определянето на ролята на антропогенните и естествени фактори за това. В историята на Земята е имало периоди с по-топъл и по-студен климат от сегашния. Неоспорими са доказателствата и за това, че в последните 100 години мащабите на човешкото въздействие върху природата са значителни. Договор КП-06-НЗ34/1 от 30-09-2020 на ИИКАВ-БАН с Фонд Научни Изследвания на тема “ПРИРОДНИ И АНТРОПОГЕННИ ФАКТОРИ НА КЛИМАТИЧНИ ПРОМЕНИ – АНАЛИЗ НА ГЛОБАЛНИ И ЛОКАЛНИ ПЕРИОДИЧНИ КОМПОНЕНТИ И ДЪЛГОСРОЧНИ ПРОГНОЗИ”. Основна цел на този интердисциплинарен проект е изследване на риска за качеството на живота чрез анализ и разделяне на природните и антропогенните фактори на глобалните климатични промени и тяхното влияние върху локалните изменения. Основните подходи в проекта са свързани с обработката и анализ на климатични, слънчеви и геофизични времеви редове. Проектът е интердисциплинарен, тъй като се използват времеви редове, съдържащи данни за климатични параметри и индекси, явленията Ел-Ниньо (ENSO) и североатлантическото колебание (NAO), параметри на атмосферата, подземните води и дебита на реките, дебелината на ледените покривки, морското ниво, слънчеви и геомагнитни индекси, космическите лъчи, универсалното време и др.

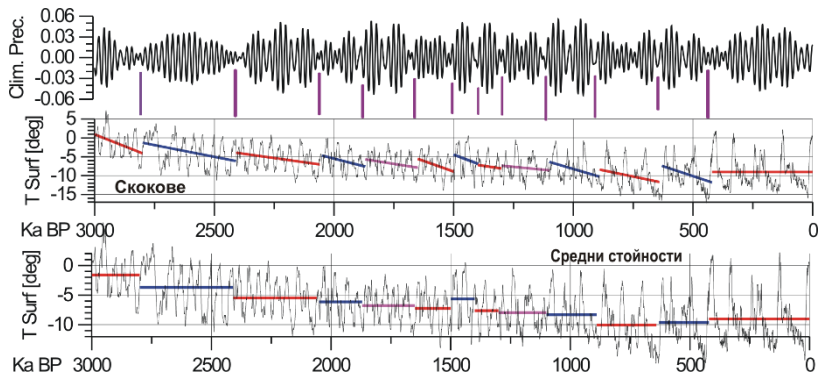
Цели се създаване на модели за въздействието на глобалните климатични явления върху локалните промени на климата в България; прогнози за периоди на тежки валежи или засушавания в следващите години, оценка на риска за качеството на живота, предизвикан от климатични промени и природни бедствия, подобрени прогнози за тренда на климатичните изменения и морското ниво след отчитане на слънчевите и антропогенните ефекти. Научно обосновано експертно мнение и препоръки за управленчески решения във връзка с риска за качеството на живота предизвикан от климатичните изменения.

В този проект се използват апаратите за изследвания на много от STEM дисциплините – физика, математика, химия, геофизика, метеорология, астрономия, спътникови измервания, инженерни постижения, и др. Засяга се и въпроса за оценка на риска от природни бедствия, въпрос, включващ опасността да се случи дадено екстремно природно явление, оценка на уязвимостта и възможните щети за човешкото здраве, околната среда, културното наследство и стопанската дейност.

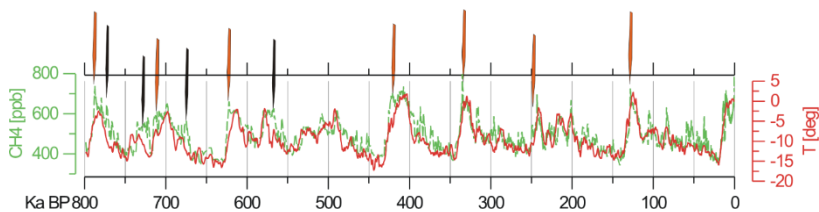
1. Палеоклимат

Важни резултати за измененията на палеоклимата са получени в [1, 2]. В [1] са определени скокове в колебанията на температурата за последните 3 милиона години. Скоростта на изменение на температурата е до $0,03 \text{ }^\circ\text{C/хиляда години}$.

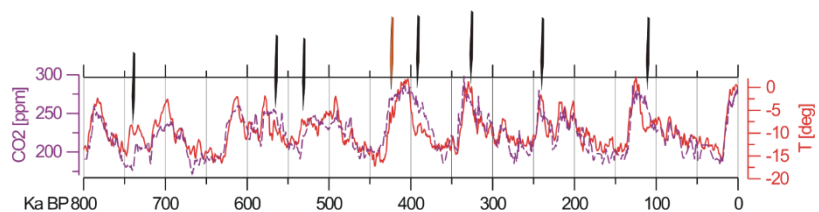
ни и средните скокове - до 2°C. Епохите на откритите скокове са близки до моментите на малки изменения на амплитудата на климатичната прецесия (Фиг.1), което означава че се дължат на орбиталното форсиране на климата на Земята. В последните 600 хиляди години тенденция на повишаване на температурата в рамките на 1°C (Фиг. 1).



Фиг. 1. Скокове на температурата за последните 3 милиона години по време на минималните осцилации на климатичната прецесия.



Фиг. 2. Сравнение на времевите редове на метана и температурата за последните 800 хиляди години. С червени стрелки са отбелязани моментите когато измененията на температурата закъсняват по отношение на изменението на метана, а с черни стрелки – обратния случай.



Фиг. 3. Сравнение на времевите редове на въглеродния двуокис и температурата за последните 800 хиляди години. С червени стрелки са отбелязани моментите когато измененията на температурата закъсняват по отношение на изменението на CO₂, а с черни стрелки – обратния случай.

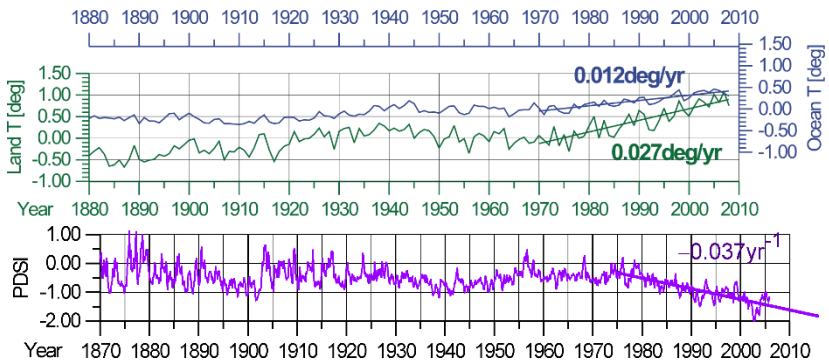
Измененията на съдържанието на парникови газове в атмосферата по време на ледниковите цикли в последните 800 хиляди години са изследвани в [2]. Установена е строга корелация между вариациите на температурата, средното морско ниво, въглеродния двуокис CO_2 и метана CH_4 . Повишаването на концентрацията на метана изпреварва покачването на температурата в края на ледниковите цикли с няколко хиляди години (Фиг. 2), докато измененията на въглеродния двуокис закъсняват по отношение на вариациите на температурата (Фиг. 3).

2. Явленията NAO и ENSO

Климатичните явления NAO и ENSO са разгледани в [3-5]. В [4] са представени механизмите на ENSO (Ел-Ниньо / Южно колебание). Установени са общи цикли на ENSO със слънчевите хармоники, където слънчевите индекси са представени от TSI – тоталната слънчева радиация и слънчевата асиметрия север-юг. Връзката между NAO (Северно атлантическо колебание) и хармониките на тоталната слънчева радиация е анализирана в публикациите [3, 5].

3. Глобални климатични индекси

В [6] са разгледани вариациите на някои глобални климатични индекси – средната температура върху сушата и океаните и индекса на засушаването PDSI (Фиг. 4). Установено е, че осредняването на измерванията води до потискане на периодичните сигнали и до значителни изкривявания на резултатите за сушата и океаните (Фиг. 4).

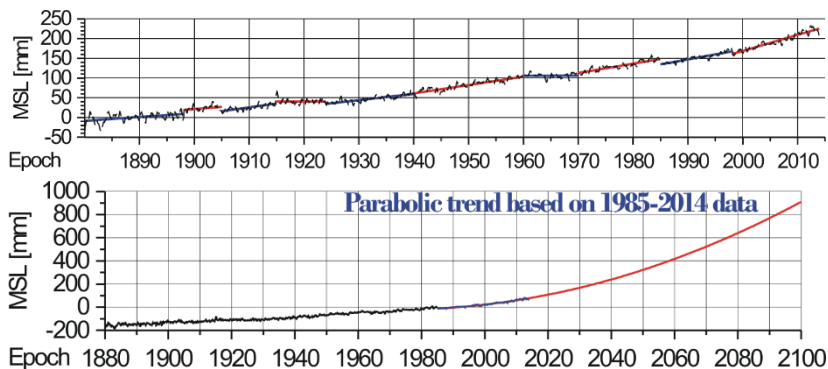


Фиг. 4. Изменение на средната температура на сушата и океаните, глобалния индекс на засушаването PDSI и линейния тренд след 1970 г.

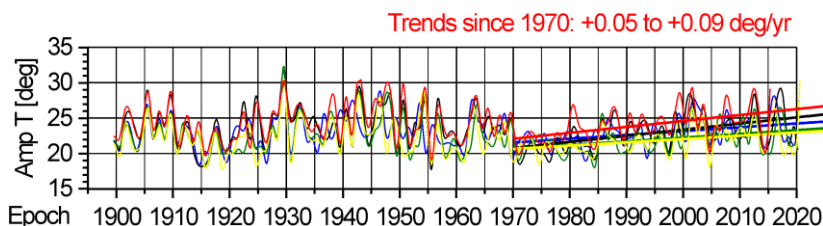
4. Антропогенни климатични изменения и природни фактори

Антропогенните климатични изменения, определени чрез статистически значим линеен тренд след 1970 г., са анализирани в публикации [6-8]. В [7] са анализирани глобалните изменения на средното морско ниво (Фиг. 5), където антропогенните изменения след 1985 година са апроксимирани с параболичен тренд, при който се очаква повишаване на морското ниво с 90 см в края на века. Измененията на температурата над 5 български града са анализирани в [8], където антропогенното влияние е определено като линеен тренд. Тенденциите за затопляне след 1970 г. са

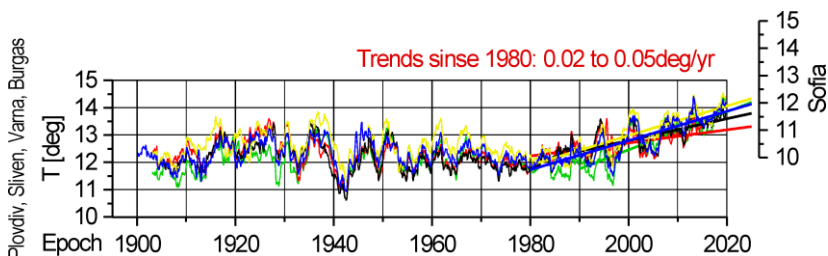
от +0.05 до +0.09 °C/г за сезонната амплитуда (Фиг. 6) и от +0.02 до +0.05 °C/г за средната температура след 1980 г. (Фиг. 7).



Фиг. 5. Скокове в измененията на средното морско ниво (горе) и прогнозата за параболичния тренд след 1985 г.



Фиг. 6. Изменения на сезонната амплитуда на температурата за София, Пловдив, Сливен, Варна, Бургас и линеен тренд след 1970г.

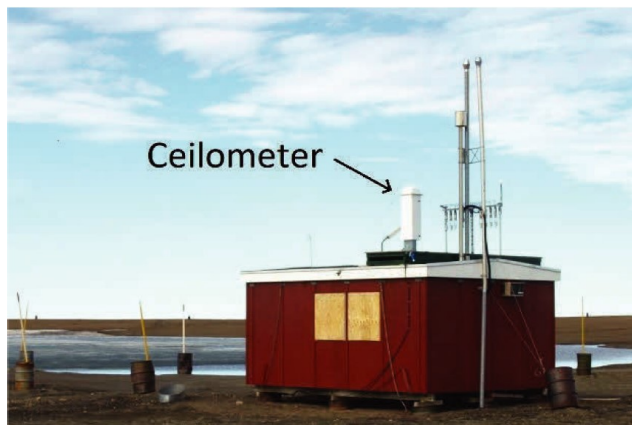


Фиг. 7. Изменения на средната температура за София, Пловдив, Сливен, Варна, Бургас и линеен тренд след 1980 г.

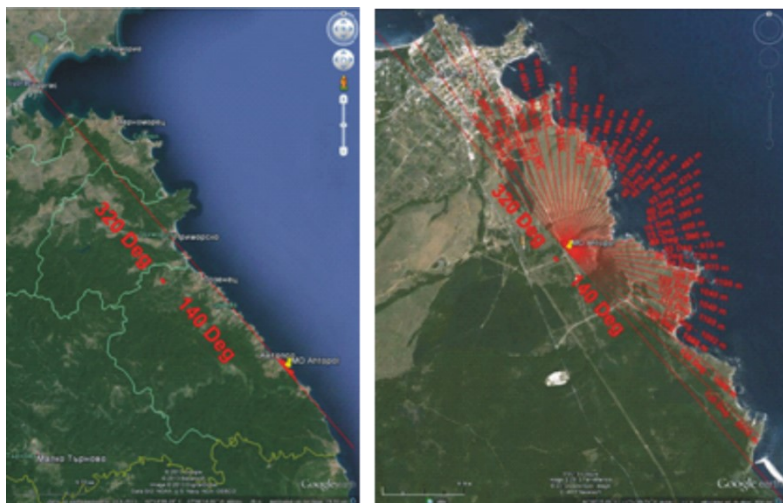
Един от основните природни фактори на климатичните изменения е слънчевата активност [9, 10], чиито цикли и хармоники предизвикват значителни периодични колебания в климатичните параметри и индекси. В повечето публикации по темата на проекта са определени общи циклични зависимости между слънчевите и климатичните индекси в тесни честотни ленти.

5. Крайбрежен, арктичен, градски климат

Проблемите, свързани с крайбрежния климат са анализирани в публикациите [11-13]. В [11] са представени изследвания на облачната покривка над арктичен район в северна Гренландия, чиито параметри са измерени със съвременна лидарна апаратура „Сейлометър“ (Фиг. 8). В [12] са анализирани данните за параметрите на крайбрежния вятър в района на Ахтопол с помощта на содар (Фиг. 9). В [13] са определени вариациите на скоростта на вятъра в района на гр. София за периода 1948-2020 и са сравнени със слънчевите хармоники.



Фиг. 8. Лидарна апаратура „Сейлометър“.



Фиг. 8. Измерване на крайбрежния вятър в района на Ахтопол с помощта на содар.

6. Благодарности

Изследването е спонсорирано от Фонд Научни Изследвания по договор КП-06-Н34/1 /30-09-2020 „Природни и антропогенни фактори на климатични промени – анализ на глобални и локални периодични компоненти и дългосрочни прогнози“

7. Литература

- [1] Chapanov Ya.. Carbon dioxide variations for the last 800ka and its connection with the climate and mean sea level. *Proc. "Climate, Atmosphere and Water Resources in The Face of Climate Change"*, 2, CAWRI-BAS, 30-36 (2020)
- [2] Chapanov, Y.. Temperature jumps during last 5.3 Ma. Conf. Proc. "*Climate, atmosphere and water resources during climate change*" Sofia, 14 - 15 October 2019, CAWRI-BAS, 4-11 (2019)
- [3] Gorshkov V., Chapanov Ya.. Winter North Atlantic Oscillations Driven by Variations in Total Solar Irradiance. *Geomagnetism and Aeronomy*, 60, 8, Springer, 1152-1158 (2020)
- [4] Kirov B., Georgieva K., The correlations between solar activity and the El Nino/Southern Oscillation and the North Atlantic Oscillation Georgieva, *Proc. "Climate, Atmosphere and Water Resources in The Face of Climate Change"* 2, CAWRI-BAS, 13-20 (2020)
- [5] Chapanov Ya.. Decadal NAO Oscillations Excited by TSI Cycles. *Proc. Twelfth Workshop "Solar Influences on the Magnetosphere, Ionosphere and Atmosphere"*, 12, 123-128 (2020)
- [6] Chapanov Ya.. Solar activity influence on global climate oscillations *Proc. "Climate, Atmosphere and Water Resources in The Face of Climate Change"*, 2, CAWRI-BAS, ISSN:2683-0558, 21-29 (2020)
- [7] Chapanov Ya.. Global mean sea level variations since 1880. *Proc. "Climate, Atmosphere and Water Resources in The Face of Climate Change"*, 2, CAWRI-BAS, 37-44 (2020)
- [8] Chapanov Ya.. Anthropogenic and Solar Influence on Temperature over Bulgaria, *Springer series: "Studies in Systems, Decision and Control"*, (2021)
- [9] Chapanov Ya.. Variations of Temperature over Bulgaria and their Connection with Solar Cycles. *Proceeding of 1st International Conference on Environmental Protection and Disaster RISKS*, 21-32 (2020)
- [10] Georgieva K., Kirov B., Long-term variations in the correlation between solar activity and climate, *Proc. "Climate, Atmosphere and Water Resources in The Face of Climate Change"* 2, CAWRI-BAS, 5-12 (2020)
- [11] Gryning S-E, Batchvarova E, Floors R, Munkel C, Skov H, Sørensen LL. Observed and modelled cloud cover up to 6 km height at Station Nord in the high Arctic. *Int J Climatol.*;41, 1584–1598 (2021).
- [12] Barantiev K., Batchvarova E., Investigation of the internal boundary layer height during marine air flow at site Ahtopol based on sodar data, *Proc. "Climate, Atmosphere and Water Resources in The Face of Climate Change"* 2, CAWRI-BAS, 106-113 (2020)
- [13] Chapanov Ya.. Analyzes of Wind Speed over Sofia for the Period 1948.0-2020.7. *Proc. "Climate, Atmosphere and Water Resources in The Face of Climate Change"*, 2, CAWRI-BAS, 121-127 (2020)

ДОКЛАДИ

СРЕДНО ОБРАЗОВАНИЕ

Нови предизвикателства в обучението по физика в електронна среда от разстояние

/Мястото на физическия експеримент в ОРЕС/

Милена Гошева
СПГЕ „Джон Атанасов“

Абстракт: Обучението в електронна среда от разстояние ни изправя пред нови предизвикателства. Онлайн обучението дава възможност учителите да търсят нови методи и форми за преподаване на физични явления, процеси и закони. Учениците се превръщат в активни участници в учебния процес. В настоящата разработка искаме да споделя успешни методи за обучение по физика от разстояние. Проектно-базираното обучение, учене чрез сътрудничество приложени в обръната класна стая са мотивиращи в обучението. Домашния експеримент е средство за онагледяване на изучения материал и чрез правене учениците стигат сами до физическия закон на който се подчинява направения експеримент.

Ключови думи: домашен експеримент, учене чрез правене, активно учене, учене чрез сътрудничество, проектно-базирано обучение

Въведение:

Промените в обществото, неизбежно водят до цялостни промени не само в образователната система, но и в средствата и методите за обучение. Информационно комуникационните технологии създадоха нови възможности за придобиване на знания, тъй като те активират почти всички човешки сетива.

„Каж ми и ще забравя. Покажи ми и ще запомня. Въвлечи ме и ще разбера.“

Успешната реализация на учениците е един от най-важните фактори за развитие в съвременното общество. Обучението от разстояние в електронна среда е изправено пред нови предизвикателства. По данни от изследване на Институт за изследвания в образованието в периода март – юни 2020г. „Професионалното развитие на учителите, насочено към формиране на подходящи компетентности за работа в дигитална среда, е ключов фактор за ефективното управление на виртуалната класна стая, за ефективното интегриране на технологиите в процеса на преподаване, за създаването и използването на подходящи дидактически материали и ресурси, за активното взаимодействие и включване на учениците в учебния процес и т.н.“[7]

Усъвършенстването на учебните планове и програми не е достатъчно, за да бъде качествен учебният процес. Необходимо е търсене на нови форми и методи на обучение и преподаване, за да бъде ученикът не пасивен слушател, а активен участник в обучението. Изградените информационни системи осигуряват социално взаимодействие, чийто училищен еквивалент е използването на интерактивна технология. Новият тип обществена организация стимулира и нов тип мислене, което изисква нови техники на преподаване в училище.

Във времето на информационните технологии и комуникации учебния

процес е немислим без такива форми и методи на работа, които развиват личността и същевременно са интересни за учениците. Образованието днес търси нов баланс между традиционните и новите методи и средства на обучение, между новите образователни платформи и тяхното успешно прилагане в ОРЕС (обучение от разстояние в електронна среда). Пред обществото стои важната задача за качествената подготовка на младите хора. Съвременният учител трябва да приеме предизвикателството за подготовка на учениците с оглед на тяхната реализация в бъдеще. Пред него стои въпросът – как да повиши познавателната активност на учениците и как да успее да ги накара да се чувстват удовлетворени от това, което са научили и постигнали ?

Едни от важните умения на 21 век, които трябва да имат учениците е да развият умения за критическо мислене, развитие на познавателна активност, умения за работа в екип, умения за дебатиране и за решаване на проблеми и мн. др. За осъществяване на тези умения е необходим нов подход в обучението и работата на учителите. Основната трудност за всеки преподавател е провокиране на интереса на учениците за съществуването на различни проблеми, а именно учителят има нова роля за новата учебна ситуация. Необходимо е да се използва такава педагогическа иновативност, която да поставя проблеми и формира у учениците умения и компетентности.

Педагогическа иновативност в работата на учителите:

Прилагането на **проектно-базираното обучение** може да се разглежда като цялостна стратегия за активизиране на познавателния потенциал на учениците. Използването на проектно базираното обучение разкрива широки възможности за конструктивен процес на усвояване на знания. Проектът може да се разглежда като проучване, изследване, за чието успешно разработване се изискват теоретични познания и практически действия. Пред учениците се поставят теми, които са подчинени на програмните изисквания и на образователните цели. Темите могат да бъдат както от учебното съдържание така и от околния свят. Учениците се разделят на групи и всеки в групата има своя роля. Те проучват, събират и създават продукт, който представят.

За изпълнението се използва интердисциплинарния подход, който е дължителен за цялостно и задълбочено проучване на темата.

Активното учене е свързано с решаването на проблеми, които стимулират учениците в осъществяването на редица дейности за тяхното решаване. Тук се включват реални житейски проблемни ситуации, като учениците се насърчават за създаване на хипотези за решаването им. Целта е да се провокира у учениците самостоятелност и активност през целия процес на работата.

Учене чрез сътрудничество е друг вид образователният подход, в който учениците се разделят в малки групи с цел подобряване на ученето чрез съвместната работа. При този подход учениците се ангажират заедно да обработват и синтезират получената от тях информация.

Обърната класна стая е активен процес, който се основава на конструктивисткия подход. Учениците използват предишен опит и знания, за да се запознаят с новия материал. „Обикновено това се случва, като учениците сами се запознават с учебното съдържание от няколко източника, включително и видеоклипове, които са подбрани от учителя. Нещо повече, активностите, класически завършвани в час, сега се завършват от учениците в удобно за тях време. Много

модели започват с контакт „очи в очи“, следван от различни извънкласни активности. Времето в клас на следващия ден се използва за по-добро усвояване на новите знания чрез различни стратегии като дискусии, допълнителни упражнения, решаване на казуси, изготвяне на презентации и проекти и др.“ [6]

В обучението в електронна среда от разстояние е удачно разделянето на класа на много групи, което се предлага от много образователни платформи. Всяка група може да има поставени различни въпроси, а може и всички групи да отговарят на едни и същи въпроси. Целта е групата да стигне до общ отговор, който след това се споделя пред останалите и дискутира.

Учене чрез правене е метод свързан с включване на учениците в занятие по време на което чрез дейности се учат, разбират и намират приложение на извършената дейност. Това е стимулиращ и мотивиращ начин на учене. По един забавен начин участват активно и извършват дейности върху които размишляват и извличат всичко необходимо за тяхното обучение.

Физиката е науката, която изучава материята, енергията, пространството и времето. Тя не дава завършено описание на света, но обяснява огромен брой наблюдавани явления във Вселената. Физиката, като наука, е навсякъде около нас: в компютъра, с който работим всеки ден; в електрическата крушка; в телевизора, който гледаме, във въздуха, който дишаме; в хладилника; в колата, която караме. Тя обяснява защо слънцето свети, защо корабът плува и какво кара топката да отскача.

За да бъде тя привлекателна и да отговори на потребностите на новото дигитално поколение са необходими нови подходи, които наред с формулите и графичното представяне на законите, показва нейната приложимост.

Експеримента като дидактическо средство е основен метод за ефективно преподаване на физика в училище. Ролята на експеримента е важна за активизиране на познавателната дейност на учениците като развива мисленето, формулира умения и навики за самостоятелна работа. При демонстрация човекът, който учи получава по-голяма яснота и по-добро разбиране относно изучаваната тема. “Невероятни ефекти, умели и запомнящи се, въведени без големи разходи и без оборудване, което да засенчва резултата – това е идеалният експеримент“ [1]. Експериментите могат да се провеждат или от учителя фронтално или от учениците. “Активното учене е метод, при който учениците са активно ангажирани в процеса на обучение и където има различни нива на активно обучение, зависещи от участието на самите ученици“ [2]. Съществуват редица изследвания според които традиционния лекционен стил на преподаване не е подходящ за новото дигитално поколение. Учене при което ученикът е активно въввлечен или учене чрез правене включва учащият се в занятие и чрез процеса на извършване на дейността, учениците получават и умения и знания. Важен момент е да се подбере правилно занятието, така че да им бъде интересно, да им хареса и да могат да разсъждават, да могат да направят точните изводи. По този начин учениците ще натрупат опит, знания без да са наясно, че го правят. Ще бъдат стимулирани, мотивирани да участват все повече и за да направят съответния анализ сами да потърсят науката. Ученето чрез правене като метод на обучение означава да направим нещо, върху което учащият да размишлява и след дейността да извлече всичко полезно от нея. Този начин на учене е напълно естествен. Той може да бъде предприет – съзнателно или не – от всеки по всяко време. Активното учене води до по-задълбочено осмисляне на учебния материал. Ученето чрез правене

прави всичко много по-ангажиращо и лично, а знанията за физичните явления и процеси са по трайни.

Ще се спра на домашния експеримент като самостоятелна работа на учениците. Задачата която си поставих е да убедя учениците, че включването на съвременните технологии и ИКТ при разработването на домашна работа, свързана с изпълнение на физически експеримент, засилва познавателна активност на учениците. „Особено важно е тълкуването на експериментите от гледна точка на физиката, откриването на физичното явление, намирането на неговото приложение.“[3]

Домашният експеримент се провежда без намесата и контрола от страна на учителя по време на неговото изпълнение. За успешното осъществяване на експеримент в домашни условия е необходимо учениците да спазват определени изисквания:

- Да не се използват химични вещества и предмети, които могат да бъдат непосредствена заплаха за учениците. При използване на уреди и запалителни материали е удачно родителите да следят за безопасността на децата си.
- Експеримента трябва да е простичък и да се използват подръчни материали .
- Учениците трябва да следват предварително зададен от учителя план за изпълнение.
- Експеримента трябва да бъде описан и да се направи извод на базата на знанията които имат по дадената тема.
- Учениците сами избират интернет ресурса чрез който ще заснемат, демонстрират и популяризират направеният от тях експеримент.

Обсъждането на резултатите след успешния експеримент дават възможност за обяснение на явлението, процеса или закона и е важна стъпка към затвърждаване на изучения материал. Учениците демонстрират своята креативност, изобретателност и артистичност при изпълнение на домашния експеримент.

Изследването започна през месец май на учебната 2019/2020 година по време на пандемичната обстановка в страната и света учениците се обучаваха в електронна среда от разстояние. Това наложи използването на домашния експеримент за онагледяване на процеси и закони. Учениците от 8 и 9 клас в СПГЕ „Джон Атанасов“ получиха списък с теми за изпълнение на експеримент, указания за изпълнението му, инструктаж за безопасност и срок в който да се изпълни поставената задача. Експеримента трябваше да се направи вкъщи, да се заснеме и да се обясни даденото физичното явление или процес.

Целевата група беше на възраст около 14-15 години. Поставените задачи бяха свързани с част от изучаваните теми по физика през учебната година. [4, 5]

Ето част от темите по физика и изпълнен домашен експеримент от ученици от 8 и 9 клас:

XLIX НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИТЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА

Теми от учебното съдържание по физика	Експеримент обясняващ темата	Необходими материали	клас	Указания за работа
Хидростатично налягане и закон на Паскал	Картезиански гмуркач	Бутилка вода, пипета, гайка, ножица	8	Приемете, че пипетата с гайката е гмуркач и демонстрирайте потапяне, изплаване или оставане на определена дълбочина
Принципи на механиката (Закон за инерцията)	Падащо яйце	Яйце, буркан с вода, ролка от тоалетна хартия, лека дъска	8	Поставете дъската върху буркана, върху нея ролката и най-отгоре яйцето. Как с едно движение ще вкарате яйцето в буркана? Обяснете!
Трети принцип на механиката	Ракета от балон	Балон, въже, два стола	8	Защо след като се изпусне въздуха от балона той се изстрелва напред?
Топлинни явления	Огнеупорен балон	Балони, свещ, вода	8	Покажете, защо балон пълен с вода не се пука от пламъка на свещ
Топлинни явления	Чаша, която пие вода	Съд с вода, салфетка, свещ, чаша	8	В тавичка с вода е поставена монета. Можете ли да я извадите, без да си намокрите ръцете?
Равновесие на телата	Баланс на вилници	Две вилници, клечка за зъби, чаша	8	Балансирайте двете вилници на ръба на чаша и демонстрирайте устойчиво равновесие
Атмосферно налягане	Как да вкараме яйце в бутилка	Яйце, стъклена бутилка, свещ,	8	Опитвали ли сте се някога да вкарате яйце в бутилка?. И то цяло, без да го чупите. Странно, но факт! Обяснете как става това!
Закон на Паскал	Хидравлична машина	Спринцовки, гумен маркуч, цветна течност	8	Свържете две пластмасови спринцовки с тънко дълго гъвкаво маркуче и напълнете системата с вода. Премествайте буталото на едната спринцовка напред-назад. Буталото на другата спринцовка също се премества, като следва движенията на първото бутало. Обяснете защо?!

ДОКЛАДИ – СРЕДНО ОБРАЗОВАНИЕ

Закон на Архимед	Яйцето, което плува	Две яйца, две чаши с вода, сол	8	Знаете ли, че яйцата обичат да плуват, особено в солена вода? Обяснете защо?
Механични вълни	Музикален инструмент	Чаши с вода, молив	9	С помощта на чаши пълни с вода и един молив можете да създадете музика. Обяснете!
Звукови вълни	Стоящи звукови вълни	Метална плоча, говорител, източник на звук, сол	9	Наблюдавайте получените фигури и обяснете защо се получават!
Звук	Можем ли да видим звука	Блутут колонка, купа, домакинско фолио, зрънца ориз	9	Как да видим звука?! Обяснете кое кара зрънцата ориз да подскачат!
Механични вълни	Люлката на Нютон	Метални топчета, конци, две картонени релси на които да се закрепят конците с топчетата	9	Защо когато една от топките бъде отдръпната и залюляна тя удря следващата и почти спира? Как топката от противоположната страна поема скоростта и се залюлява по същия начин? Кой закон е изпълнен?.
Източници на напрежение	Лимонът като батерия	Лимони, медна и цинкова пластинка, мултицет, кабели	9	Защо лимонът може да се използва като източник на напрежение?
Ток в електролити	Проводимост на електролити	Вода, сол, електроди, мултицет, уред за измерване на проводимост	9	Какво се случва в електролита и защо е проводим? Обяснете!

Учениците участващи през учебната 2019/2020г бяха 80, от три паралелки, две осми клас и една девети клас. От тях взеха участие около 85% – 68 ученици. Експериментите бяха направени от почти всички ученици, но обяснени и анализирани едва от 65% от участващите.

През тази учебна година участващите бяха отново 80 ученици, от три паралелки като две от девети клас и една от осми клас. Учениците от девети клас участваха за втора година и желанието им беше голямо. Тази година учениците имаха за пример направените експерименти от миналата година, което ги стимулира да направят домашните експерименти по-добри и да дадат по-пълно обяснение. (фиг. 2.)

Резултата от направените експерименти са умения на учениците да планират, да представят, да обясняват, да анализират. Важен момент е уменията да обяснят демонстрираният експеримент със знанията които имат от часовете по

физика. Мотивация за учене се повишава.



Фиг. 1. Домашните експерименти са събрани в книга в bookcreator.com и успешно се използват от всички ученици.

Това предизвикателство, да работят без непосредственото участие на учител завърши с отлични резултати, които показаха в края на миналата учебна година. Активното участие на учениците в изпълнението на поставената задача има положителен ефект върху задълбоченото обучение на физиката. Учениците имат мотивация за учене, съчетаваща знания и изобретателност при правене на домашния експеримент и затвърдя обучение в електронна среда от разстояние. Интересът и постиженията са високи, значителна е удовлетвореността от обучението.

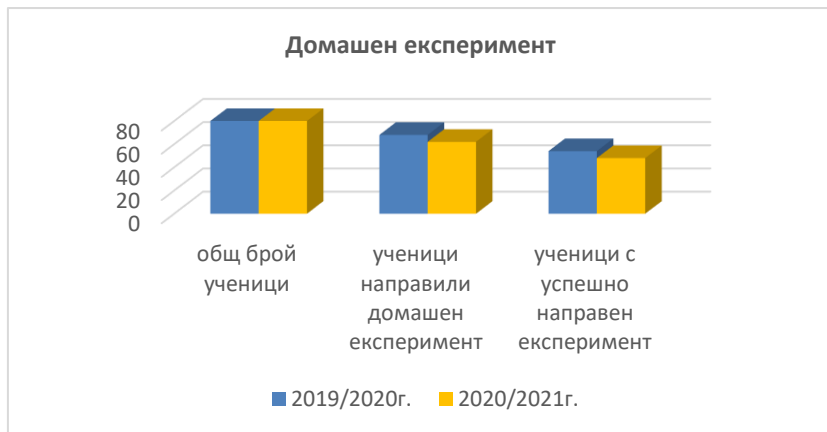
Заклучение

Мястото на домашния експеримент в обучението по физика в електронна среда от разстояние е много съществено. Учениците сами търсят пътя за успешното осъществяване, сами разработват свой план за работа, сами избират с какви материали да работят, сами избират електронния ресурс за заснемане на направен

ният от тях експеримент. Това е основна крачка към активното учене, това води до мотивирана практическа и техническа подготовка, формира умения за разбиране на природни явления, процеси и закони, разглеждайки ги в нова ситуация.

Успешния домашен експеримент спомага за развитието на познавателната самостоятелност и активност на учениците. Той води до формиране на знания, и интелектуални умения, развива наблюдателност и внимание.

Използването на домашния експеримент в съчетание с други методи на обучение позволява максимално да се развие творческия потенциал на личността на учащите се, като ги въоръжава с методите на научното познание.



Фиг. 2. От участващите 80 ученици, 56 се включиха в експеримента, което е 70%, а успешно направени експерименти бяха направени от 48 ученика – 60%.

Използвана литература:

- [1] E. Kircher, R. Girwidz, P. Häußler (2001) „*Physikdidaktik: Eine Einführung*“. Berlin, Springer.
- [2] David Weltman (2007) A Comparison of Traditional and Active Learning Methods: An Empirical Investigation Utilizing a Linear Mixed Model, PhD Thesis, The University of Texas at Arlington, p. 7.
- [3] Иванов, Драгия, Забавни опити по физика, 1-4 част, 2001, Просвета, София.
- [4] Максимов, М., Физика и астрономия 8 клас, 2017, Булвест 2000, София
- [5] Максимов, М., Димитрова, И., Физика и астрономия 9 клас, 2017, Булвест 2000, София
- [6] <https://diuu.bg/emag/9108/>
- [7] https://ire-bg.org/wpsite/wp-content/uploads/2020/11/Otsenka-vazdeystviето-na-ORES_IIО.pdf

Използване на мобилните устройства в училищния експеримент по физика и астрономия в учебната и извънучебната училищна дейност

Фабиен Кунис

Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“

Абстракт: Вече две учебни години сме изправени пред предизвикателствата на дистанционното обучение заради кризата с коронавируса. Обучението по физика не прави изключение. Основна част в обучението по физика е експерименталната физика. Чрез различните упражнения по експериментална физика учениците придобиват практическите умения, които ще са им необходими за тяхното пълноценно развитие. Но при липсата на възможност за пълноценно присъствие на учениците в учебните лаборатории по физика се появява необходимостта от иновативен и гъвкав подход, които да приложат учителите, за да успеят да се справят с тази извънредна ситуация. Този доклад разглежда възможностите за използването на мобилните устройства в училищния експеримент по физика и астрономия в учебната и извънучебната училищна дейност. Направено е проучване между ученици от девети и единадесети клас. Разгледано е влиянието в обучението по експериментална физика в девети и единадесети клас при използването на мобилните технологии и проектно-базирано обучение. Направени са анкети сред учениците с цел да се изследва дали има увеличение на интереса към физиката и към STEM дисциплините като цяло при използване на мобилни технологии и проектно-базирано обучение във физичните експерименти.

1. Детектори в мобилните устройства

Информационните и комуникационните технологии (ИКТ) вземат все по-голяма и важна част от нашето ежедневие. Според проучване на Националния статистически институт през 2017 г. 66.9 процента от домакинствата са с осигурена бърза и надеждна широколентова връзка, която освен фиксирана кабелна връзка включва и интернет връзка чрез мрежата на мобилните телефонни оператори. При младежите между 16-24 години 88.1% от тях използват интернет всеки ден или поне веднъж седмично.[1] Данните от националния статистически институт ни показват, че информационните и комуникационните технологии стават и ще стават все по-неразривна част от живота ни. Една от задачите на училището е да отразява промените, които настъпват в обществата и да ги отразява така в училищните програми, че учениците да могат да се включат успешно в обществото, след като завършат. Затова една от тезите на този доклад е, че ние като учители и като хора, които представляват образованието, не трябва да отричаме и да се борим срещу ИКТ. Напротив, ние трябва да се опитаме да използваме възможностите, които предоставят ИКТ, за да направим по-интересни, по-мотивиращи и по-близки до ежедневието на нашите ученици учебните програми по физика и астрономия. ИКТ ни дават възможности да направим уроците и упражненията по физика и астрономия по-интегрирани в една обща STEM среда. Един такъв пример е мобилният телефон. Голяма част от учениците, но и от учителите, не осъзнават колко много „физика“ има в мобилните телефони. За да

докажем твърдението си, че изредим детекторите, които се срещат в мобилните телефони и чието действие се определя от различни физични процеси и явления. Детекторите са [2, 3, 4]:

- акселерометър
- сензор за гравитация
- сензор за линейно ускорение
- жироскоп
- сензор за светлина (ambient light sensor)
- сензор за магнитно поле (магнитометър)
- компас
- сензор ефект на хол (hall effect sensor)
- сензор за ориентация
- сензор за налягане (барометър)
- сензор за близост (proximity sensor)
- сензор – ротационен вектор
- time-of-flight (tof) сензори
- LIDAR
- микрофон
- GPS детектор
- сензор за температура
- таймер
- high fps (60-120) camera
- posture sensor
- сензор за относителна влажност

Изброеният списък не претендира за изчерпателност, напротив това са само част от детекторите, които могат да се дадат като пример. Този списък ни показва една огромно възможност. Това е възможността да интегрираме ИКТ и в частност мобилните технологии в едно по-интегрирано в обща STEM среда обучение по физика и астрономия. Например всеки един от горните детектори може да бъде разгледан като интегриран продукт на STEM средата. Използвайки проектно-базираното обучение учителите могат да дадат перспективите на учениците да интегрират знания и умения от различни дисциплини в едни интегрирани знания и умения, в един интегриран STEM продукт. Последното умение за интегриране на знания и умения е едно от ключовите умения на 21-ви век, което е необходимо на учениците за тяхната успешна реализация.[5]

2. Софтуер за работа с детекторите

За да може да се възползваме от детекторите, които имаме в мобилните устройства, трябва да разполагаме с необходимия софтуер. Съществува голямо разнообразие от софтуерни приложения, но в този доклад ще се спрем на три от тях. Това са софтуерните приложения phyphox, arduino science journal и Physics Toolbox. Тези приложения освен че предоставят необходимата функционалност за пълноценна работа с детекторите в мобилните устройства, също така предоставят богати и разнообразни ресурси, които могат да бъдат полезни на учителите по време на учебния процес. И трите приложения са безплатни, така че всеки учител и ученик с мобилно устройство може да ги използва.

Софтуерът phyphox е наличен за мобилните операционни системи android

и iOS и също така разполага със сайт с ресурси на адрес <https://phyphox.org/>. Софтуерът е разработен по проект и се поддържа от Рейнско-Вестфалски технически университет Аахен в Германия. На фигура 1 е показано приложението на мобилно устройство Motorola One Vision с операционна система андроид версия 10.

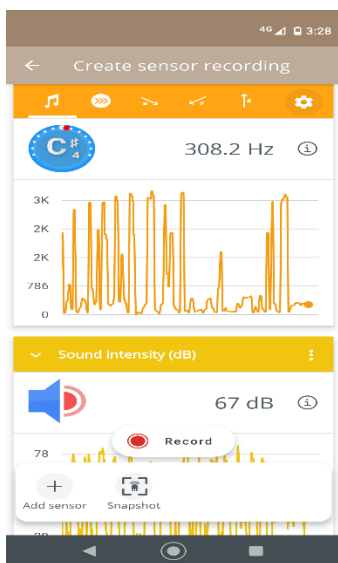


Фиг. 1 Изглед на приложението phyphox на мобилно устройство

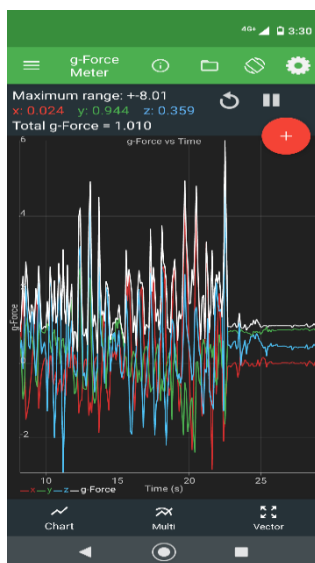
Приложението phyphox позволява на потребителите да имат достъп до следните входно-изходни устройства и детектори: акселерометър, магнитометър, жироскоп, сензор за осветеност, сензор за налягане, безконтактен сензор за присъствие (proximity sensor), микрофон, GPS, Bluetooth. Голямо предимство на приложението е сравнително лесния начин за конфигуриране на отдалечения достъп до устройството. За да може да използваме тази опция двете устройства, например мобилното устройство и лаптопа, да са свързани към една и съща мрежа, Това може да бъде WiFi мрежа или например мобилното устройство да е в режим Hotspot и да използваме мобилни данни. Това ни позволява да използваме мобилното устройство в експериментална установка, при която нямаме пряк контакт и контрол върху мобилното устройство. По този начин ние можем да го контролираме и да получаваме данните на второто устройство. Данните от експериментите могат да се експортират във файлови формати xls (за работа с таблици като MS Excel), csv (comma-separated values) и tsv (tab-separated values). Това означава, че получените данни могат да бъдат след това анализирани задълбочено с почти всеки софтуер за анализ на данни. Друг голям плюс на приложението, което го прави много подходящо за обучение по физика, е голямата библиотека с експерименти. Отделните експерименти са придружени с описание на експеримента и кратко видео, в което е показан експеримента и работата със самото

приложение. За някои от експериментите има и подготвени протоколи, които могат да се използват при упражненията, но те са на немски език.

Arduino Science Journal е приложение, което наследява Google Science Journal, тоест компанията Гугъл се оттегли от поддържането на приложението и го остави на Ардуино да го поддържа и да го доразвива. Arduino Science Journal е достъпно за операционните системи андроид и iOS. На фигура 2 е показано приложението на мобилно устройство с операционна система андроид. Приложението предоставя възможност за достъп до сензорите на устройството, за запис на данни, създаване на документи, запазване на експеримента и данните от него в облачното пространство на Arduino и оттам чрез акаунт в Arduino потребителят има възможност за достъп от различни устройства. Едно от предимствата на приложението е лесната интеграция на образователните ресурси с google classroom, което при дистанционно обучение с платформата на Google G Suite за образованието улеснява много организирането на учебния процес и ресурси. Образователните ресурси са на английски език, но чрез google translate могат да се използват и от ученици, които не владеят английски език. Другият голям плюс е възможността за съвместното използване на приложението с електронните платки на ардуино.



Фиг. 2 Изглед на Arduino Science Journal



Фиг. 3 Изглед на Physics Toolbox

Това позволява да се правят по-задълбочени и интегрирани експерименти, които да изградят по-задълбочени знания, умения и компетенции у учениците в една интегрирана STEM среда.

Physics Toolbox е приложение от американската компания Vieyra Software. На фигура 3 е показано приложението на мобилно устройство с операционна система андроид. То е разделено на няколко приложения, като има приложение

за добавена реалност, чрез което може да се наблюдава магнитното поле от обектите, които се заснемат от камерата на телефона. Има и платена версия на приложението, която позволява функционалност при преноса на данните от експеримента. Но и безплатната версия напълно позволява използването на детекторите в телефона и оттам провеждането на различни физични експерименти. В приложението имаме следното разделение на сензорите и приложенията. Групите са кинематика, акустика, светлина, магнетизъм и други. В раздел кинематика имаме измерване на земното ускорение, измерване на линейното ускорение, жirosкоп и наклонена равнина. В раздел акустика имаме измерване на звук, разпознаване на тон, генериране на тон, осцилоскоп на звукови вълни, спектрограма и спектрален анализ на звукови вълни. В раздела светлина имаме измерване на светлина, разпознаване на цвят, генериране на цвят, проксиметър и стробоскоп. В раздела магнетизъм имаме компас, магнитометър и визуализация на магнитно поле с добавена реалност. В раздела други имаме барометър, линейни измервания, GPS и температура. В сайта на приложението има богат ресурс от източници на информация за различните сензори. Голям плюс е, че в раздела уроци има разработени уроци и идеи за уроци, в които е показано как може да се използват сензорите в телефона и самото приложение, за да се онагледят самите концепции. Уроците са разделени на следните подобласти. Това са сензори, измервания, линейно движение, кръгово движение, периодично движение, сили, енергия, флуиди, термодинамика, звук, светлина, магнетизъм и електромагнетизъм. Има и интердисциплинарни уроци, които свързват физиката с химия, биология, Земя и космос.

Има още много приложения, които биха могли да се споменат. Целта не е да се опишат всички съществуващи към момента приложения. Целта е да се покажат приложения, които са общодостъпни, лесни за работа и с достатъчно ресурси за една пълноценна и ползотворна работа по експериментална физика в учебна и извънучебна среда.

3. Прилагане в учебната и извънучебната училищна дейност

Вече две учебни години сме изправени пред предизвикателствата на дистанционното обучение заради кризата с коронавируса. Основополагаща част в обучението по физика е експерименталната физика. Чрез различните експерименти по физика учениците придобиват практическите умения и компетенции, които ще са им необходими за тяхното пълноценно развитие. Но при липсата на възможност за пълноценно присъствие на учениците в учебните лаборатории по физика се появява необходимостта от иновативен и гъвкав подход, които да приложат учителите, за да успеят да се справят с тази извънредна ситуация. Именно това е и целта на този доклад и на това изследване. През учебната 2020-2021 бяха използвани възможностите на мобилните сензори и технологии в обучението по физика в класовете девети и единадесети клас в 125 СУ „Боян Пенев“. В това изследване се включиха два класа от девети клас и два класа от единадесети клас. Броят на участниците беше 92, като от тях 49 са в девети клас и 43 са в единадесети клас. И в девети и в единадесети клас едната паралелка е математическа, а другата е с хуманитарен профил. По време на учебната 2020-2021 година учебният процес се проведе в хибридна форма, тоест редуваха се периоди със присъствено обучение и такива в онлайн среда. В онлайн среда уроците се осъществяваха чрез видео връзка, като се използваше платформата на Google G Suite

за образование. По време на обучението се показаха възможностите на мобилните сензори и мобилните технологии в експериментите по физика на учениците с цел от една страна по-добро разбиране на изучаваните явления и процеси, а от друга страна подобряване на уменията и компетенциите на учениците за самостоятелна работа, за работа в интегрирана STEM среда и за изследователски подход при решаването на проблеми. Учениците имаха проекти базирани на проектно-базирани обучение. Те трябваше да изберат проекти от предварително подбран списък с подходящи за съответния клас проекти и ресурси. Част от проектите бяха самостоятелни, а друга част от проектите бяха обикновено изпълнявани в екип от двама до трима ученика. В края на срока учениците дадоха оценка на използваните ресурси и на проектите. За оценка беше използвана пет степенна скала на Ликърт. Беше използвана следната скала: много ми хареса; хареса ми; нито ми хареса, нито не ми хареса; не ми хареса и изобщо не ми хареса. Бяха зададени следните въпроси:

1. Хареса ли ви използването на мобилните сензори в обучението?
2. Харесаха ли ви мобилните приложения в обучението?
3. Харесаха ли ви индивидуалните проекти в обучението?
4. Харесаха ли ви екипните проекти в обучението?

Резултатите от отговорите на учениците от девети клас са показани на фигура 4. На фигура 5 е показано процентното отношение на отговорите на учениците от девети клас. Резултатите от отговорите на учениците от единадесети клас са показани на фигура 6. На фигура 7 е показано процентното отношение на отговорите на учениците от единадесети клас. От получените данни виждаме, че учениците от девети и единадесети клас дават силно положителна оценка за използването на мобилните сензори и приложения в обучението по физика. Това ни позволява да заключим, че мобилните сензори и приложения са достатъчно добро средство в условия на дистанционно обучение или при липса на добри условия за провеждане на практикум по физика, което да поддържа интереса у учениците към учебния предмет по физика и също така да развива у тях необходимите практически и експериментални умения и компетенции.

	изобщо не ми хареса	не ми хареса	нито ми хареса, нито не ми хареса	хареса ми	много ми хареса
Въпрос 1	1	3	6	16	23
Въпрос 2	1	2	7	16	23
Въпрос 3	2	2	8	16	21
Въпрос 4	1	2	7	16	23

Фиг. 4. Разпределение на отговорите за девети клас

Това изследване не претендира да дава оценка за ефективността от използването на мобилните сензори и приложения при усвояването на знания или да ги сравнява с класически подходи при обучението. Но поради силно положителната оценка, дадена от учениците, и от това, че повишеният интерес е ключов фактор при сформирания на дълготрайни и задълбочени познания в дадена област, ние можем да заключим, че използването на мобилните устройства в училищния експеримент по физика и астрономия в учебната и извънучебната училищна дейност е подходящ метод.



Фиг. 5. Процентно отношение на отговорите за девети клас

	изобщо не ми хареса	не ми хареса	нищо ми хареса, нищо не ми хареса	хареса ми	много ми хареса
Въпрос 1	1	2	5	15	20
Въпрос 2	1	2	5	15	20
Въпрос 3	1	2	7	14	19
Въпрос 4	1	2	7	14	19

Фиг. 6. Разпределение на отговорите за девети клас



Фиг. 7. Процентно отношение на отговорите за единадесети клас

4. Заключение

Описаните в този доклад мобилни сензори и приложения дават на учителите подходящ инструментариум, с които да преодолеят предизвикателствата на дистанционното обучение или липсата на добра физична лаборатория при преподаването на практически умения, свързани с експерименталната физика. От направеното изследване следва, че учениците дават силно положителна оценка на използваните мобилни сензори и приложения в обучението. Това може да бъде използвано от учителите като метод за повишаване на интереса и мотивацията на

учениците за усвояването на качествени и дълготрайни умения и компетенции в областта на експерименталната и практическата физика.

Авторът изказва своята благодарност към фонд „Научни изследвания“ към СУ „Св. Климент Охридски“ за оказаната подкрепа чрез проект в подкрепа на докторанти 80-10-24/22.03.2021 г.

5. Литература

- [1] Национален статистически институт, Основни резултати от изследването на информационното общество в домакинствата през 2017 година, София.
- [2] Huawei, <https://consumer.huawei.com/en/support/content/en-us00685236/>
- [3] Manuel Á. González, M. Á. González, César Llamas. 2014. Mobile phones for teaching physics: using applications and sensors. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 349–355.
DOI:<https://doi.org/10.1145/2669711.2669923>
- [4] Crompton, H., Burke, D., Gregory, K.H., Gräbe, C. (2016). The Use of Mobile Learning in Science: A Systematic Review. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2): 149-160.
- [5] Esther Care, Patrick Griffin, Mark Wilson, *Assessment and Teaching of 21st Century Skills Research and Applications*, Springer, 2018
- [5] L. Walters, Sign Facilitation in Word Recognition, *Journal of Special Education*, Vol. 35, Issue 1, pp. 29-50 (2001)

Експериментален модул в условията на ОРЕС

*Даниела Вълва Узунова
МГ „Гео Милев“ гр. Плевен*

Абстракт: В доклада проследявам етапите в развиване на уменията на учениците за експерименталната работа в профилирана подготовка. През настоящата година стартирахме обучение по физика и астрономия в 11 клас по новата програма по модули. Реализиране на експериментален модул в условията на обучение от разстояние в електронна среда (ОРЕС) ни изправи пред сериозно предизвикателство. Групата, с която работя, е сборна, от различни паралелки. Интересите на учениците са различни. Аргументите им да пожелаят профилирано изучаване по физика и астрономия са различни. Учителя трябва не само да задържи еднакво интереса у всеки един от тях, а и да развие уменията им. Освен това, поради обучение през втория срок на предходната учебна година в ОРЕС, не са провеждани лабораторни практикуми. Това ни постави в условия да създаваме навици за извършване на измервания на физични величини, да ползват и отчитат показания на измервателни уреди, експериментална проверка на познати закони и т.н. В доклада се спирам на избора ми за използване на интернет ресурси със свободен достъп. Някои от предвидените упражнения позволяват изпълнение в домашни условия с подръчни материали. Когато оставим учениците да проявят самостоятелност и оригиналност, се получават доста добри резултати. В тези случаи разбирането и научаването са на по-високо ниво. Новите моменти в експерименталния модул са свързани с обработка на резултатите, преценка на точността и пресмятане на грешките. Реализира се обучение с прилагане на междупредметни връзки с информационни технологии. Учениците демонстрираха добро познаване на възможностите в excel за таблично и графично представяне на резултати. Представят работата си в протокол. Предлагам на вниманието някои от работите на учениците.

Обучението в модул „Експериментална физика“ е насочено към овладяване на базисни знания, умения и отношения, свързани с физични измервания, и изследвания на физични зависимости и с изграждането на практически технически компетентности на ученика. [2] В края на модула ученикът трябва да е получил знания за важността на експерименталните изследвания в съвременната физика. В настоящия доклад ще се спра на развитието на следните компетентности:

- ❖ Извършване на многократни измервания на различни физични величини и анализ на получените резултати;
- ❖ Използване и отчитане на показания на различни прибори при преки и косвени измервания;
- ❖ Представяне, обработка и анализиране таблично и графично на физични закономерности, включително чрез използване на публично достъпен софтуер.

През тази учебна година се наложи да провеждаме часовете онлайн и присъствено при спазване на всички мерки за безопасност. Това промени изцяло възможностите и начините за провеждане на експеримент.

Първо се наложи подбор на подходяща електронна среда за виртуални експерименти. Трудностите в тази посока са три. Ресурсите трябва да са:

- за свободен достъп, без такси;
- подходящи за профилирана подготовка;
- с езиково коректна терминология, която да е същата или близка до използваните в българските учебници означения на физичните величини.

На второ място се появиха трудностите при присъствената форма на обучение – дистанция, липса на близък контакт, не се движим между учениците и т.н. Това наложи ориентиране към демонстрационна форма на провеждане на експериментите.

В крайна сметка при провеждане на онлайн часовете използвах два сайта, които имат превод на български: Интерактивни симулации на Университета в Колорадо [3] и Физика в училище – HTML5 на Владимир Васцак [4]. Първият сайт е подходящ повече при качествено обяснение, а при втория е възможно изследване на функционални зависимости – при промяна на параметри на опита да се наблюдава отражението им върху изследваната физична величина.

Групата, както споменах, е сборна – 19 ученици, от три паралелки. Една част са истински заинтересувани, защото са наясно, че физиката ще е необходима при избора на професия, друга част от тях все още разучават възможностите си и нямат толкова силно изразена мотивация.

Искам да се спра на трудностите и акцентите в работата със сборна група. В девети и десети клас сме провеждали практикум и благодарене на това практическата работа не им е непозната. Новото в профилираната подготовка е събиране на достатъчно подходящи данни и тяхната статистическа обработка, представянето на функционална зависимост таблично и графично.



Фиг. 1.

1. Каква зависимост между величини, характеризирани движениято, можете да проследите? Повторете поне 5 пъти „виртуалните“ опити, като промените величина и следете последиците за другата. Оформете показанията в таблица и намерете средна стойност, отклонение от средната стойност, стандартното отклонение и средноквадратичната грешка. Не забравяйте – първо пробвайте всички бутони, плъзгачи и др. в симулацията, за да се ориентирате кое какво променя и как.

Не се изисква изготвяне на протокол. Обратната връзка цели информация за разбирането на функционална зависимост. Таблицы 1 и 2 представят резултати на ученици, които са изследвали влиянието на масата на скиора върху скоростта му. Използван е excel за статистическа обработка. В таблица 2 са представени прекалено много данни и се развива основната зависимост. Това е коментирано с учениците. Във втория пример учениците са представили извод от наблюденията.

Ще разгледам няколко поставени задачи и организацията на учениците по тях.

Използваме симулация „Сила на триене и въздушно съпротивление“ (фиг. 1.), чийто линк е посочен [5]. Не съм задала предварително функционална зависимост. Целта ми е учениците сами да решат каква да приложат и проверят. Указанията към учениците са: Разгледайте внимателно симулацията на фиг.

Таблица 1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
№	m	g	G	F _n	F ₁	F _t = F _n F ₁	v(m/s)	v _{max} (m/s)	a	s	t	отклонение от ср. стойност	Δt ² , s ²
1	50.00 kg	10.00 m/s ²	500.00 N	353.55 N	353.55 N	141.42 N	21.46 m/s	24.54 m/s	1.02 m/s ²	336.54 m	20.00 s	-4.40	19.3952
2	62.00 kg	10.00 m/s ²	620.00 N	488.41 N	488.41 N	173.36 N	23.25 m/s	27.06 m/s	1.11 m/s ²	358.37 m	20.00 s	-1.88	3.5495
3	73.00 kg	10.00 m/s ²	730.00 N	516.19 N	516.19 N	206.48 N	24.66 m/s	29.10 m/s	1.16 m/s ²	378.90 m	20.00 s	0.16	0.0243
4	84.00 kg	10.00 m/s ²	840.00 N	593.97 N	593.97 N	237.59 N	26.14 m/s	30.95 m/s	1.23 m/s ²	397.70 m	20.00 s	2.01	4.0240
5	98.00 kg	10.00 m/s ²	980.00 N	692.96 N	692.96 N	277.19 N	27.55 m/s	33.07 m/s	1.30 m/s ²	414.99 m	20.00 s	4.13	17.0239
v _{max}		T	Δt ²	Δt	σ	σ _{на}	v _{max} ист.						
28.94 m/s		44.02	6.63	3.32	1.48	28.94±1.48 m/s							

Таблица 2

Параметри	F ₁	F _n	t	s	V	V _{max}	a	Средна квадратична грешка на t	
g=10 m/s ² m = 50 kg α=45°	353,55N	355,55N	5,17s	44,93m	14,53 m/s	24,54 m/s	2,76 m/s ²	стандартно отклонение t=0,2s; s = 47 cm; V = 0,17 m/s; a = 0,03 m/s ²	≈0,217
g=10 m/s ² m = 60 kg α=45°	424,26N	424,26N	5,05 s	44,24m	14,91 m/s	26,67m/s	2,91 m/s ²	стандартно отклонение t=0,14s; s = 43 cm; V = 0,14 m/s; a = 0,04 m/s ²	≈0,188
g=10 m/s ² m = 70 kg α=45°	494,97N	494,97N	5,06s	45,39m	15,47m/s	28,57m/s	3,01m/s ²	стандартно отклонение t=0,17s; s = 46 cm; V = 0,17 m/s; a = 0,03 m/s ²	≈0,142
g=10 m/s ² m = 50 kg α=30°	432,79N	250,38N	5,09s	17,41m	6,24 m/s	14,81 m/s	1,27m/s ²	стандартно отклонение t=0,2s; s = 47 cm; V = 0,17 m/s; V _{max} = 0,16 m/s; a = 0,03 m/s ²	≈0,113
g=10 m/s ² m = 60 kg α=30°	519,35N	300,45N	5,09s	17,64 m	6,38 m/s	16,09 m/s	1,30m/s ²	стандартно отклонение t=0,18s; s = 46 cm; V = 0,3 m/s; a = 0,03 m/s ²	≈0,183
g=10 m/s ² m = 70 kg α=30°	605,91N	350,53N	4,98s	17,39m	6,56 m/s	17,24m/s	1,32 m/s ²	стандартно отклонение t=0,1s; s = 40 cm; V = 0,19 m/s; a = 0,03 m/s ²	≈0,171

Таблицата е със средни стойности вече, защото иначе щеше да има още 30 реда.

Когато масата се увеличава съответно и скоростите (максималната и моментната), ускорението и пътя също. Обаче когато ъгъла се намали, всички стойности падат с него. Когато скиора се наведе и намали съпротивлението, което създава с тяло, ускорява много по-бързо и достига по-висока скорост, за по-кратък период.

Означения в таблиците: F₁ – компонентната на G по оста x, F_n – компонентната на G по оста y, F_t = f · F_n е сила на триене, f – коефициент на триене, v и V_{max} – скорост.

Други ученици са изследвали зависимостта на скоростта от ъгъла на наклон. Резултатите са в Таблица 3.

Таблица 3

№	m	Ъгъл на наклон	F _n	F ₁	f	F _t	V _{max}
1	90кг	44	647,19N	625,42N	0.4	258,88N	112,46км/ч
2	90кг	40	689,14N	578,87N	0.4	275,65N	102,29км/ч
3	90кг	30	778,95N	450,82N	0.4	311,58N	69,31км/ч
4	90кг	21	840,33N	322,23N	0.4	336,12N	0,00км/ч

Посочените примери илюстрират, че когато учениците са овладели теоретичната основа на даден раздел, те успешно се ориентират как да се справят с поставената експериментална задача.

Следващата стъпка в работата е провеждане на опит и изготвяне на протокол, който съдържа всички елементи: схема на опитната постановка, кратка теоретична част, опитни данни и резултати, грешки при експеримента и изводи.

В условията на ОРЕС и работа вкъщи, най – подходящи за провеждане с подръчни материали се оказаха темите: „Определяне на земното ускорение“, „Коефициент на триене при хлъзгане“, „Физично махало“ и „Промяна на меха-

ничната енергия при удар“. На фигура 2 е показан колаж от някои от оригиналните опитни постановки, конструирани от учениците.



Фиг. 2.

В протоколите от тези експерименти се забелязва добро оформяне на опитните данни и резултати, графично представяне, пресмятане на грешки на експеримента и изводи. Пример за такава работа е представен на фиг. 3. Съдържат се всички елементи. Резултатите са представени таблично и графично. Пресметнати са грешките и са направени изводи.

ПРОТОКОЛ
на лабораторно упражнение

Тема: **Среденът на квадратите**
Ученици:

I. **Създаване на опитната постановка**

II. **Кратка теоретична част**

Начислено време, дата, място и т.н. (попълнете на място, както е предписано в инструкциите за извършване на опитите). Препоръчително време за извършване на опитите е около 15 минути. Препоръчително време за извършване на изчисленията е около 15 минути. Препоръчително време за извършване на изводите е около 15 минути.

Задържа резултатите от изчисленията.

Един от изводите на изчисленията на изчисленията е чрез изчисленията на изчисленията, като се използва формулата $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

III. **Опитни данни и резултати**

1) **измерва дължината**

$l = 0.84\text{ m}$, $g = 9.81\text{ m/s}^2$

№	t_1, s	t_2, s	$n, \text{m/s}^2$	Δt_1	Δt_2
1	0.51	0.52	1.76	0.01	0.01
2	12.17	1.87	0.12	0.01	0.001
3	18.10	2.96	0.36	0.01	0.001
4	18.15	1.87	0.36	0.01	0.001
5	18.10	1.86	0.36	0.01	0.001
6	18.10	1.86	0.36	0.01	0.001
7	18.17	1.87	0.36	0.01	0.001
8	18.10	1.86	0.36	0.01	0.001
9	18.10	1.86	0.36	0.01	0.001
10	18.17	1.87	0.36	0.01	0.001
11	18.10	1.86	0.36	0.01	0.001

2) **измерва дължината**

$l = 0.84\text{ m}$, $g = 9.81\text{ m/s}^2$, $n = 10$

№	t, s	T, s	$\Delta, \text{m/s}^2$	Δt_1	Δt_2
1	0.47	2.89	2.89	0.01	0.001
2	0.51	2.92	2.92	0.01	0.001
3	0.54	2.95	2.95	0.01	0.001
4	0.57	2.98	2.98	0.01	0.001
5	0.61	3.01	3.01	0.01	0.001

IV. **Грешки при измерванията и изводи**

1) **измерва дължината**

Средната грешка: $\frac{0.01}{10} = 0.001\text{ m}$

Средната относителна грешка: $\frac{0.001}{0.84} = 0.12\%$

2) **измерва дължината**

Средната грешка: $\frac{0.01}{10} = 0.001\text{ s}$

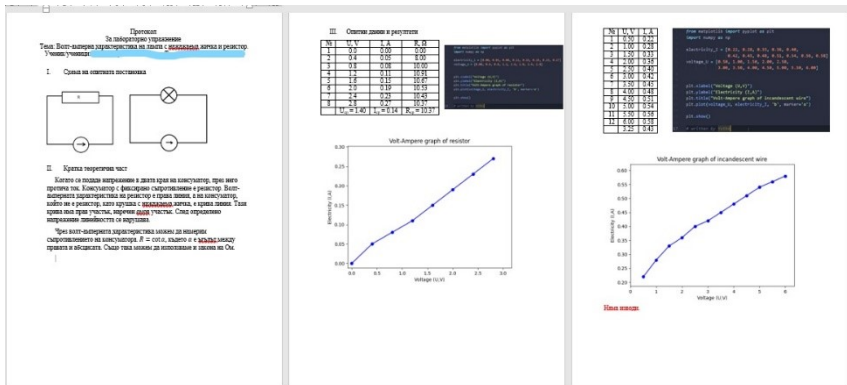
Средната относителна грешка: $\frac{0.001}{2.92} = 0.034\%$

Фиг. 3.

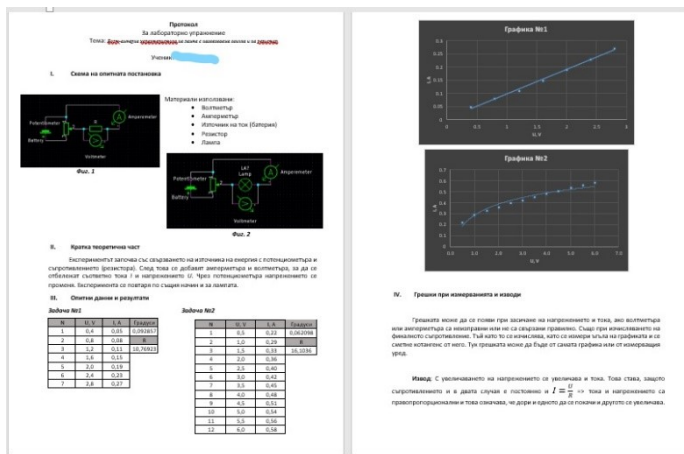
Упражнението „Волт-амперна характеристика на лампа с нажежаема жичка и на резистор“ направихме онлайн, като в хранилището по физика бях направила опитната постановка и на живо проведохме измерванията. Резултатите от работата на учениците могат да се видят на фигури 4, 5 и 6.

Вижда се, че учениците се затрудняват при графичното представяне на функционални зависимости. Графиките в протокола на фиг. 4 са начертани, като

са свързани точките и така е в повечето протоколи, докато на фиг. 5 са построени правилно като е дадена тенденцията за резистор и лампа с нажежаема жичка. Този ученик единствен е направил правилно нелинейната зависимост. Ясно е, че трябва да се работи за в бъдеще.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

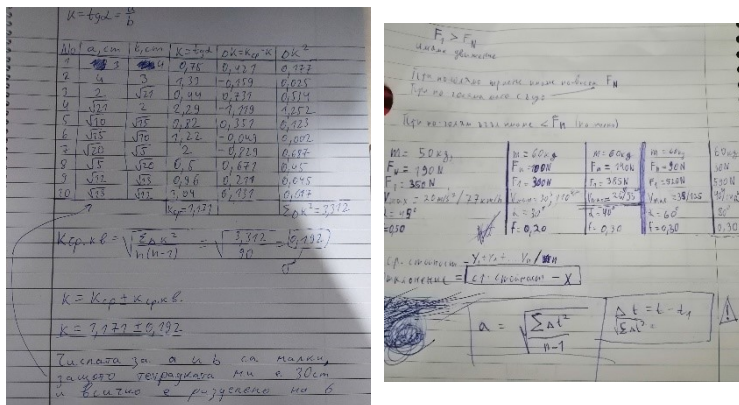
За да представя пълната картината реално и честно, трябва да представя и работата на ученици, които се отнасят не много сериозно и отговорно към задълженията си. На фиг. 6 представям някои такива „несериозни“ работи. Те нямат представителен вид, не са спазени изискванията за значещи цифри.

В заключение бих обобщила:

Експерименталният модул е донякъде възможен в условията на ОРЕС. Възможен е когато учениците могат да се набавят материали, за да реализират опитите в домашни условия. За механиката, това е по-лесно и изпълнимо. Невъзможно е обаче де се осъществи работа с различни уреди и сензори. Това води до невъзможност за създаване на усет за избор на подходящ уред за конкретно из-

мерване. За сензорите сме говорили чисто теоретично как функционират и какво е приложението им. Особено потърпевши в такава ситуация са опитите от електричество и оптика. Като се има в предвид, че модула не се изучава в 12^{ти} клас, учениците ще имат натрупани пропуски в тази посока не от нежелание, а от невъзможност за нормално изпълнение на предвидените в програмата теми.

Приложенияте таблици и фигури са screenshots на ученически работи. Имената им са заличени в съответствие на закона за защита на личните данни.



Фиг. 6.

Литература:

- [1] Физика и астрономия, 11. Клас, профилирана подготовка, Модул 3 „Експериментална физика“, Иван Петков, Просвета – София
- [2] Учебни програми за профилирана подготовка: <https://www.mon.bg/bg/100598>
- [3] <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html&sort=alpha&view=grid>
- [4] <https://www.vascak.cz/?p=2192&language=bg#kapitola0>
- [5] https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=mech_rovina&l=bg

Практически методи на STEAM в обучението по физика – VII клас

*Руска Драганова-Христова
СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет
ОУ „Бачо Киро“ – Велико Търново*

Абстракт: Докладът представя приложение на метода „Учене чрез правене“ в обучението по физика, както за развитие на креативността при седмокласниците, така и при изработване на дидактически материали върху учебното съдържание по физика и астрономия в 7 клас. Описаните занятия са планирани и проведени както като част от редовните учебни часове, така и в извънкласните дейности по природни науки в групи по интереси. Обърнато е внимание на приложението на метода „учене чрез правене“ като мотивиращ отговорно поведение на учениците за участие в обществения живот. В хода на работата е подбрана и анализирана информация от различни литературни източници и схеми във връзка с изработване на дидактически материали, които са краен продукт на реализираните инициативи.

Свидетели сме на бързото развитие на науката и технологиите, както и факта, че към настоящия момент всеки може да получи необходимата му информация от глобалната мрежа. Наличието на голям брой информационни източници е предпоставка и за формиране на природонаучна грамотност още в прогимназиален етап, когато природните науки химия, физика и биология се диференцират и са научно ориентирани. Промените в съвременното общество, както и очакванията към младите хора са свързани с по-големи изисквания към придобиване на знания и развитие на умения по природни науки.

В съвременното училище образованието, възпитанието и обучението съществуват като система от свързани цели, фактори, методи и средства, подпомагащи функционирането на единни, взаимосвързани дейности фокус, на които е ученикът. Обучението днес в още по-голяма степен трябва да гарантира на деца и ученици участието и изявата им в образователния процес, да сътрудничи за тяхното личностно израстване и формиране на природонаучна грамотност. [1]

Изискванията на новото време и образователните предизвикателства в обучението, провокират и учителите да обърнат поглед за търсене и реализиране на идеи в сферата на неформалното образование, което е естествено продължение на формалното, с цел постигане на по-трайни резултати.

Едни от основните въпроси, които стоят пред учителите по природни науки е как да се привлече интереса на децата към тези дисциплини, както и как да се научат да прилагат теоретичните знания на практика. Тези и много други въпроси са обект на STEM обучението. То не е учебна програма, но така базираното обучение дава възможност учителите да организират по различен начин работата си, което да подпомогне учениците да приложат знанията си на практика при поставена задача.

STEM обучението, обединяващо наука, технологии, инженерство и математика е надградено посредством включването на изкуството в STEAM като възможност да се комбинира мисленето на учения с това на твореца. Именно това

определя и една от новите и основни тенденции в образованието. То може да се прилага, както в редовните часове /формално образование/, така и извънкласните форми на обучение /неформално образование/. Методите, които се използват при това обучение са много и разнообразни, но те са практически ориентирани.

В настоящия доклад се представя един от тези методи „учене чрез правене“, позволяващ реализиране на дейности, в които учениците са активната страна, както и че те са и тези, които чрез участието си развиват творческият си талант. Този метод е особено ефективен, тъй като в процеса на работа, учениците се учат. Сами по себе си тези педагогически явления в реалността се преплитат и с много други сродни, което изисква съобразяване с определени приоритети и тенденции, но и същевременно съхраняване на определена системност.

В природните науки наблюдението и експерименталната дейност са философия за учене, основаваща се на мисловните процеси, провокирани от опита ни. Чрез него ученици и учители формират и доразвиват разбирането за света на различни възрастови и образователни равнища. Ето защо актуалната задача пред съвременния учител е да предложи на своите ученици обучение от ново поколение, модерно, широкопектърно, полезно и практически приложимо „при решаване на проблеми и взимането на решения в различни житейски ситуации, свързани с природните науки и технологията“ [2] емоционално наситено, богато на впечатления и преживявания.

Интересен е начинът, по който бе приложен този метод от гледна точка на това всеки седмокласник да се включи в дейностите. Основната задача към учениците бе да създадат дидактически карти с въпроси, задачи, схеми, модели, кръстословици и други елементи, които да се използват в годишния преговор по физика и астрономия.

Създаването на такава възможност е от съществено значение, тъй като в хода на реализирането ѝ всяко дете може да открие своя силна страна, която не е предполагало, че притежава. Към настоящата учебна година в ОУ „Бачо Киро“ випуск 7 клас се състои от пет паралелки. Във всяка от петте паралелки бяха сформирани пет екипа. Всеки от тях отговаряше за отделна област на компетентност от учебното съдържание по физика и астрономия в 7 клас. Областта на компетентност „Светлина и звук“ бе разделена между два екипа. Единият отговарящ за „Светлина“ и друг – отговарящ за „Звук и трептене“. Екипите бяха следните:

- I екип – Електричен ток
- II – Светлина
- III – Звук и трептене
- IV – От атома до Космоса
- V – Наблюдение, експеримент и изследване

За създаването на дидактическите карти по физика и астрономия всеки от екипите в отделните класове следваше да подбере задачи, които са решавани, които предизвикват техния интерес и любопитство или самите те да създадат такива, свързани с областта на компетентност, за която отговарят. Разбира се работата на отделните екипи по класове не би била напълно ефективна, ако не се създаде възможност те са обсъдят своите предложения и да направят избор на най-добрите задачи, предложени по отделни области на компетентности.[3]

За целта след приключване на зададения срок за подбор на задачи последва работа на екипите по отделните области на компетентност. Интересна бе работата на учениците от пети екип, отговарящ за област на компетентност „Наблю-

дение, експеримент и изследване“. Те допълниха със задачи създадените дидактически карти от гледна точка на областта на компетентност, за която този екип отговаряше.

С голям интерес учениците се включиха в тези дейности, свързани с изработване на дидактически /интелектуални карти. Резултатите ги провокираха да направят същото и с учебното съдържание по химия и опазване на околната среда.

Създадените дидактически карти, разпечатани в голям формат бяха поставени в централното фоайе на училището и в хода на годишния преговор целият випуск 7 клас имаха възможност да се включат при решаването на подбрани или създадени от техните връстници задачи. Дидактическите карти бяха разпечатани и поставени на корковите табла и в кабинета по физика и астрономия.

Дидактическите или интелектуалните карти са синтез на паметта, асоциациите и мисленето. Чрез тях се генерира и обработка информация, представя се в избран от ученици и учители вид, стимулиращ визуализирането и нагледността, цялостното систематизиране, организираност и структурираност, последователност и асоциативност за търсене и развиване на идеи, търсене на решения, разработване на проекти, развиване на креативността и въображението.

Според Т. и Б. Бюзан интелектуалните карти са естествено проявление на лъчистото мислене, което *„отразява вътрешната структура и процесите в мозъка. Мисловните карти са външното огледало на лъчистото мислене“*. [4] Те са израз и сила на творческата интелигентност на всеки човек, което развива способностите – изобретателност, съобразителност, задълбоченост, асоцииране, логичност, системност, креативност и др. Всеки ученик е носител на уникален спектър от творчески, мисловни и интелектуални умения и възможности, които учителите в учебния процес трябва да открият, развият и усъвършенстват. Прилагането на интелектуалните карти в училище е в пряка връзка с принципите на училищното образование за *„иновативност и ефективност в педагогическите практики и в организацията на образователния процес“*. [4]

В българската образователна система прилагането на дидактическите карти, като съвременен метод на обучение и оценяване по различните учебни предмети все още не е достатъчно популярно и приложимо.

Идеите за учене чрез правене имат осезаеми допирни точки и с философията на конструкционизма, който се свързва не само със създаването на практически модели, конструирани съобразно индивидуалната творческа способност и талант, но също така и в съответствие с реалните възможности. [1]

Моделът на образованието се актуализира, той става все по-интерактивен и привлекателен. STEAM се оформя като необходимост, тъй като посредством нея се активизират вниманието и мисловната дейност на учениците. STEAM базираното обучение повишава мотивацията за учене на учениците, както и дава възможност и за по-ефективна скипна работа. Всичко това насърчава независимото мислене, както и проекто-базираното обучение, тъй като основната характеристика на STEAM е практическото и проекто-базирано обучение, развитие на творчески умения за решаване на проблеми.

В бъдеще от образованието ще се изисква постоянство и устойчиво развитие на креативността и иновациите, а творческото мислене е естествена наша заложба.

Литература

- [1] Христова, Р., Учене чрез правене в неформалното обучение – развитие на креативността и осъществяване на интегралния подход в обучението по физика и химия, Съюз на физиците в България, Сборник доклади 2019
- [2] Център за контрол и оценка за качеството на училищното образование, Министерство на образованието и науката, Предизвикателствата на училищното образование, София, 2013
- [3] Максимов, М., Русева, Г., Физика – учебник за 7 клас. София, Булвест (2018)
- [4] Т. Драганова, А. Цончева, Интелектуалната карта като съвременен метод на обучение и оценяване по физика – една интегрална интерпретация между физиката и географията, Съюз на физиците в България, Сборник доклади 2019

Някои приложения на платформа „Arduino“ при преподаване на физика: Евристичен подход

Калин Ангелов

катедра МОФ към ФзФ на СУ „Св.Климент Охридски“

онлайн слушател в Академия „Н. Тесла“

Абстракт: В доклада са описани възможности за изследване на преходни процеси в RC и в RLC вериги, с помощта на платформа „Ардуино“. Демонстрирани са схемите на свързване, програмното осигуряване и резултатите на експеримента. Обяснен е евристичният подход при преподаването на тези учебни физични експерименти в контекста на STEM образованието.

1. Актуалност на темата

Демонстрациите, свързани с изследване на RC и RLC вериги са интересни за обучаемите и добре се вписват в идеологията на STEM обучението. [1]

RLC веригите, електрическият трептящ кръг отпадна от програмата по физика в гимназиалното обучение, но са интересни за извънкласните форми. От друга дидактична гледна точка, процесите в RLC веригите са важни за разбиране на радиопредаването – основа на съвременните комуникации, това от своя страна подпомага процеса на пораждаване на интерес на учениците към предмета физика и астрономия, което е важна педагогическа цел.

2. Кратко описание на Ардуино платформата

„Ардуино“ е платформата за хоби роботика и проекти за учебни физични експерименти. Тя може да се използва за създаване на самостоятелни интерактивни приложения и да си взаимодейства с външни програми. Средата за програмиране, е с отворен код, може да бъде свалена безплатно за Windows, Mac OS X и Linux.

„Ардуино“ се различава от останалите подобни платформи по това че:

- платформата е идеална за бързо навлизане в материята от начинаещи.
- работи под различни операционни системи – Windows, Mac, и Linux
- средата за програмиране е базирана на езика Processing.

3. Осцилоскоп

Осцилоскопът показва как електрическите сигнали се променят във времето. Това е важен инструмент за електронно проектиране и експерименти, които включват сензори или изпълнителни механизми. Високотехнологичните осцилоскопи, които измерват милиарди проби в секунда (Gs/s) или повече, могат да струват хиляди евро, но могат да се намерят осцилоскопи с по-ниски скорости на много по-ниска цена.

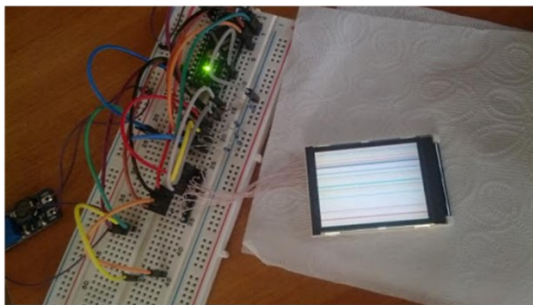
4. Ардуино осцилоскоп

Ардуино разполага с вграден аналогово-цифров преобразувател (ADC) за анализиране на аналогови електрически сигнали и по този начин може да се използва като елементарен осцилоскоп, но има значително по-ниска скорост – до

77 ks/s.

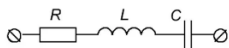
Някои от приложенията на Ардуино осцилоскопа са:

- ◆ Демонстрационни учебни експерименти
- ◆ Отстраняване на грешки в електронните схеми с аудио-честотни сигнали
- ◆ Проучване на сигнални филтри
- ◆ Тестване на трансформатори, индуктори и високоговорители
- ◆ Тестване и характеризиране на сензори
- ◆ Изпитване и характеризиране на двигатели и други задвижващи механизми

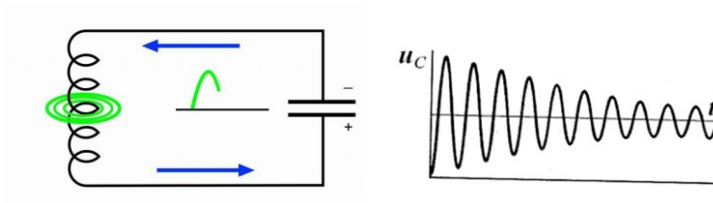


Фиг. 1 Ардуино осцилоскоп с екран Siemens:

5. RLC вери, електрически трептящ кръг



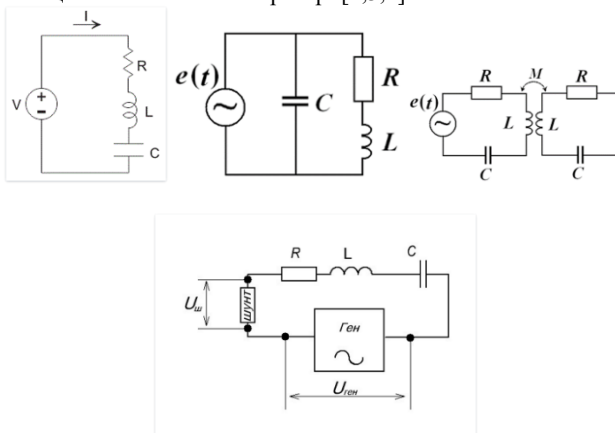
Фиг. 2



Фиг. 3

Процесите в RLC веригите са добре познати, но съвсем накратко ще ги припомним.

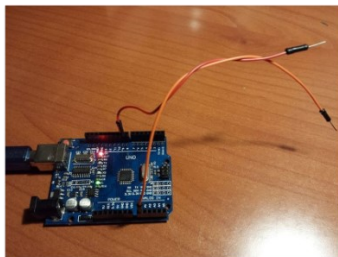
След зареждане на кондензатора, следва процес на разреждане през намотката (бобината), при което се индуцира обратен ток към кондензатора, следва обратно зареждане и съответно ново, противоположно разреждане. В идеалната верига процесът е безкраен, синусоидален, но в реалната, поради наличието на реактивно съпротивление е затихващ и краен, ако не му се подават електрически импулси чрез специално включен генератор. [2,3,4]



Фиг. 4 Популярни примери за генериране на електрични импулси

6. Капацитивно свързване – евристичен и практически подход

В учебната практика най-лесния начин за демонстрация на кондензатор е чрез да увити кабела (проводника). Два кабела, които са близо, ще влияят един на друг, дори ако няма пряк електрически контакт, точно както ако има малък капацитет между тях. Ефектът е най-силен при високи честоти, но може да бъде демонстриран и при честотата от 1 kHz.

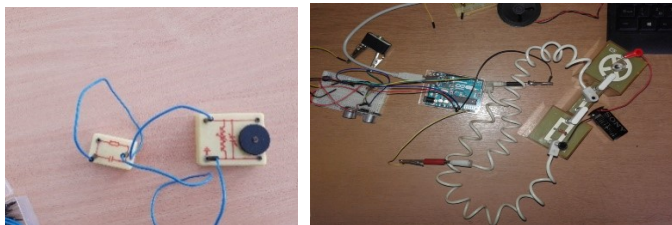


Фиг. 5

Подобни „практични“ подходи биха могли да способстват за развитието на евристично-творческите процеси в учебната работа, особено, ако е обвързано със съответните въпроси и коментари от страна на преподавателя.

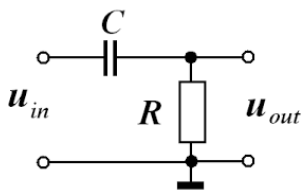
7. Една опитна постановка

За свързване по горе показаните схеми биха могли да се ползват и все още съществуващите в някои училища схеми и така да се формира цяла опитна постановка:



Фиг. 6

8. Нискочестотен RC филтър.

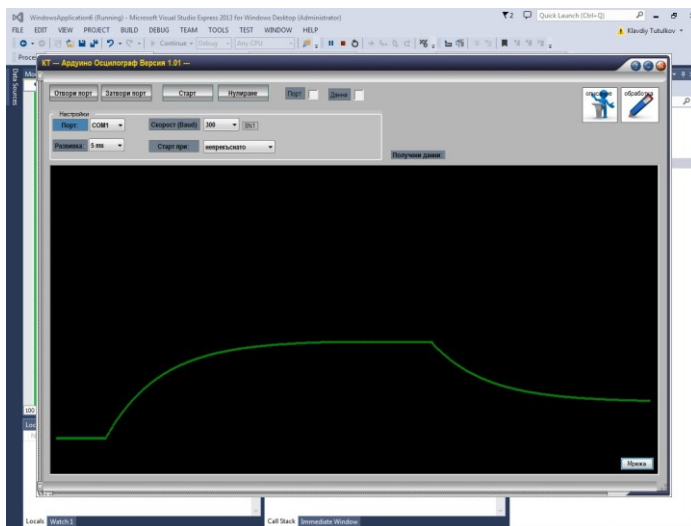


Фиг.7

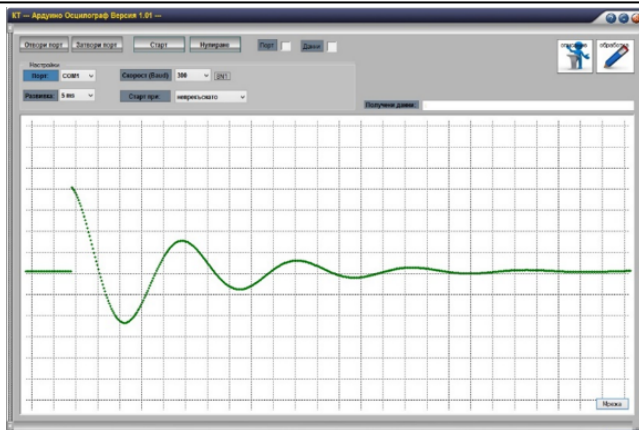
Друго интересно учебно-изследователско направление е изучаването на нискочестотни RC филтри [4]. Характерно за тях е:

- ◆ Резистор-кондензатор (RC) филтри са за най-простите сигнални филтри.
- ◆ Основният параметър на RC филтър е т.нар. времеконстанта $\tau = RC$
- ◆ В нашия пример се използва резистор 100 kΩ и кондензатор 10 nF.

9. Екранни форми от експериментите:



Фиг. 8 Заредане и разредане на кондензатор през резистор



Фиг. 9 Затихващи трептения – разреждане на кондензатор през намотка. Добри резултати се получават с $C = 30\text{-}50 \mu\text{F}$, $L = 500\text{-}650 \text{H}$.

10. Дидактично-евристични въпроси

Въпросите и коментарите на преподавателя определят и демонстрационно-лабораторните концепции.

Пример за такива са следните:

- ◆ Какви експерименти извършвате в клас?
- ◆ Бихте ли могли да ги моделирате чрез Ардуино платформата?
- ◆ Давайте идеи за интересна задача!
- ◆ Какво Ви е нужно за да изпълните този опит?
- ◆ С какви подръчни материали може да се изпълни експеримента?
- ◆ От къде да се набавят (закупят) съответните материали?
- ◆ От какви стари прибори могат да се «извадят» нужните елементи и защо са включени там?
- ◆ И много други в зависимост от особеностите на обучаемите.

11. Бъдещи изследвания

- ◆ Конструиране на нови демонстрационни и лабораторни експерименти с платформа **Ардуино**.
- ◆ Предлагане на **схема на диалогичност** при работа с обучаемите, следвайки ко-конструктивистките подходи.

12. Благодарности:

Издавам благодарност на д-р К. Тютюлков от Академия „Н. Тесла“ за дългогодишната подкрепа в областта на обучението с различни електронни платформи и системи по роботика. Без негова помощ нямаше да се случи най-важното за мен – „запалването“ ми по това направление – учителната експерименталистика. Безусловно нямаше да се реализира и гореописаното без неговата безценна помощ.

Литература

- [1] Гайдарова М., И. Коцева, Физическият експеримент в училище – нов поглед към стари идеи. XLV Национална конференция по въпросите на обучението по физика, 2017.
- [2] Ананиев Л., Е. Николова, Електротехника, Нови Знания, София, 2011.
- [3] Мякишев Г., Б. Буховцев, Физика. Учебник для 10 класса средней школы, Просвещение, Москва, 1981.
- [4] Савельев И. Курс общей физики., Наука, Москва, 1973.

Възможности за преподаване на учебен материал, свързан с използване на БФП

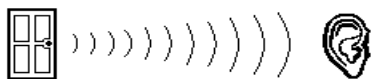
Клавдий Тютюлков
Академия „Н. Тесла“

Абстракт: Бързото Фурие Преобразуване (БФП/FFT/DFT) е метод, създаден преди приблизително 55 години, който има многобройни приложения [1 – 4]: изследване и обработка на звукови сигнали, разпознаване на говор, MP3, MP4, jpeg, компютърна томография и др. В доклада са показани методи за запознаване на заинтересовани ученици (напр. такива, които посещават курсове в Академия „Н. Тесла“) с част от проблематиката, вкл. с теоремата на Shannon–Nyquist [5]. Посочено е откъде може да се намерят схемни решения и кодове за платформите Arduino, ESP32 и Adafruit Feather M0. Описана е програма, работеща с настолен компютър (или лаптоп).

1. Звук, учебно съдържание и възможности за преподаване

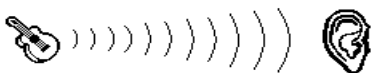
Съгласно ДОС [6] звук и някои негови свойства се изучават в 7-и клас. Учениците, посещаващи курсове в академия „Н. Тесла“¹, в повечето случаи, са по-големи. За тях е необходима актуализация. Обикновено се почва с прости примери и постепенно се стига до същността – например с една задача, дадена преди няколко години на републиканско състезание по ключови компетентности. По-долу, в съкратен вид, но със запазена последователност е описана самата задача². Описанието може да се разглежда като увод в проблематиката или като актуализация³

- „Когато говорим за *звук*, имаме предвид *звукова вълна*. Звуковата вълна се характеризира с трептене на частиците на средата, в която тя се разпространява. Много често средата е въздух. Някакъв източник (напр. музикален инструмент, автомобил, човек или животно) предизвиква това трептене. Последством въздушните частици, то се предава до ушите ни. Когато вратата скърца, тя предизвиква трептене и вие чувате звук“



Фиг. 1

- „Ако дръпнете струната на китара, тя започва да вибрира и предава вибрациите на частиците на въздуха – отново чувате звук:



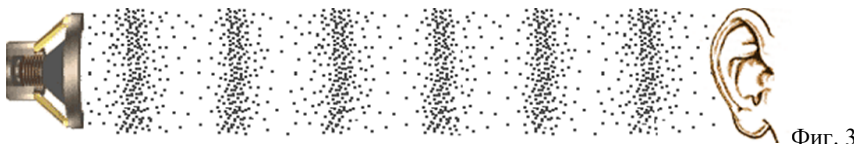
Фиг. 2

¹ Покрай всичко в академията се предлагат курсове за запознанство с микроконтролери, сензори и начини за програмиране. Набляга се на физичната страна.

² На въпросното състезание задачата се решаваше с програмна добавка към MS[®] Excel.

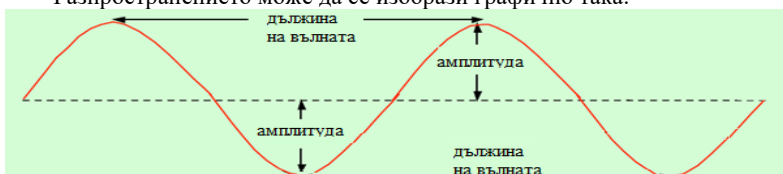
³ Всеки подготвен учител може да избере какво да добави.

- „Както знаете, звукът – това е вълна, която се разпространява в дадена среда. На места частиците са по-близо една до друга (налягането е по-високо), а на други са по-раздалечени (там налягането е по-ниско).



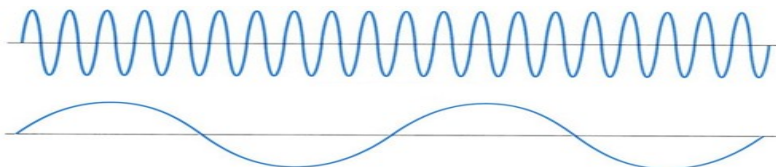
Фиг. 3

- Разпространението може да се изобрази графично така:



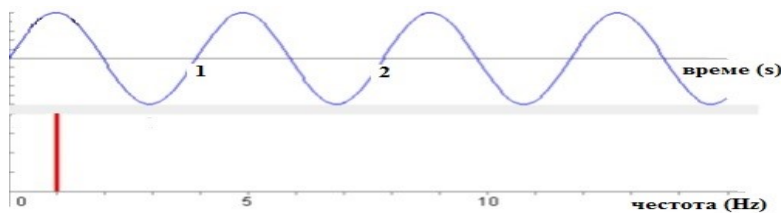
Фиг. 4

- Звучите, които чуваме, са с дължини на вълната от 1,7 cm до 17 m. Друга важна величина, която характеризира звука е неговата *честота*. Тя показва броя трептения за 1 секунда – например колко пъти в секунда налягането върху тъпанчевата мембрана ще се промени. Единицата за честота се нарича Херц (Hz) – 1 Hz това е едно трептене за една секунда. Звучите, които хората чуват са с честоти от 20 Hz до 20000 Hz.
- На фигурата показани графики на сигнал с малка дължина на вълната (висока честота) и на сигнал с по-голяма дължина на вълната (по-ниска честота):



Фиг. 5

- Звуковата вълна може да се изобрази с дължината на вълната или с нейната честота:

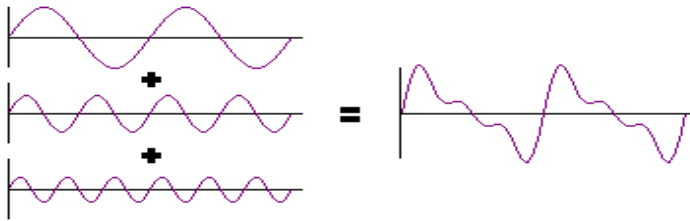


Фиг. 6

- Между дължината на вълната и честотата съществува следната връзка: $\lambda f =$

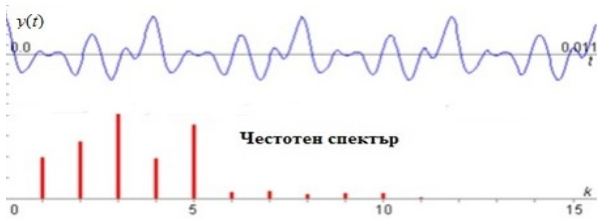
v , (на това място се обяснява и смисълът на отделните символи)

- Повечето звуци представляват смес от няколко честоти:

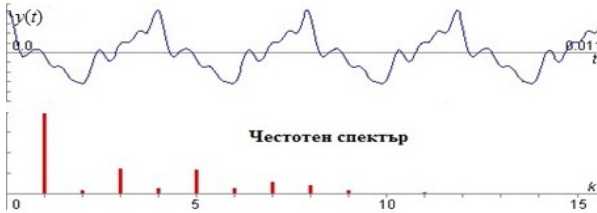


Фиг. 7

- На фигурите (фиг. 8, 9) са показани графиките на звуци, издадени от музикалните инструменти обой и кларинет:

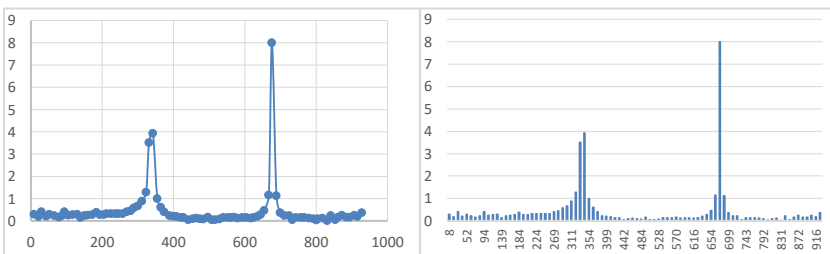


Фиг. 8



Фиг. 9

- Честотният спектър може да бъде показан със стълбчета или с линия. Колкото е по-високо стълбчето, толкова по-силно се чува тази честота:



Фиг. 10 Честотен спектър

- По-нататък (в задачата) е описана програма, вложена в MS[®] Excel от 2013 г.⁴

2. Как да обясним теоремата на Shannon–Nyquist

Това е една от най-важните теореми, свързани с цифровата обработка на сигнали. Накратко – тя е следната: $f_{sc} > 2f_m$, където f_{sc} е честотата, с която сканираме сигнала, а f_m – максималната честота, която може да открием в неговия спектър. Например – сканираме с честота 10 kHz – в спектъра ще открием честоти на по-високи от 5 kHz. Нека си представим, че наблюдаваме махало по стробоскопичен начин. Когато честотата, с която се отваря блендата на стробоскопа, е същата като честотата на движение на махалото, то ще виждаме въпросното махало винаги в едно и също положение. Това е аналогично на цифровото заснемане на сигнал – съгласно теоремата, трябва да има не по-малко от две отчетени стойности на период (добрият вариант – да бъдат 3 – 5).

3. Запис на звук

Това лесно се осъществява с всеки един компютър и с всеки съвременен микроконтролер, към който е свързан микрофон. В случая може да бъде използван и смартфон + подходяща програма. Такива има доста – например в [9, 10]. Подобни програми за MS[®] Windows може да се потърсят на [11].

Основна задача на STEM (STEAM) обучението е учениците сами да изработят нещо. Например проста опитна постановка и програми за обслужването ѝ. В много училища вече се използва микроконтролерната система Ардуино (в различни варианти). Освен това на пазара са налични готови платки с микрофон и усилвател, които лесно се свързват към някой от аналоговите входове на Ардуино⁵.

4. Програмни продукти за БФП

Още през 1805 г. Гаус (Carl Friedrich Gauß) намира форма на такъв алгоритъм с цел пресмятане на орбитите на астероиди, но неговото откритие не е публикувано тогава. По-нататък има немалък брой автори го преоткриват, но едва през 1965 г. Cooley и Tukey [1] описват най-използвания до момента алгоритъм – те преоткриват лемата на Daniels и Lanczos [3] – дискретна Фурие трансформация с дължина N (N е четно), може да бъде записана като сума от две дискретни трансформации, всяка от които с дължина $N/2$. Първата съдържа четните елементи, а втората – нечетните. Този подход може да бъде приложен рекурсивно. Така броят на необходимите операции се намалява от N^2 на $N \cdot \log_2 N$. Ясно е, че това би могло да стане само с цифрова машина. В основата са свойствата на експоненциалния член ($e^{ix} = \cos x + i \sin x$), които от своя страна се базират на периодичността, (съответно четността и нечетността) на функциите \sin и \cos .

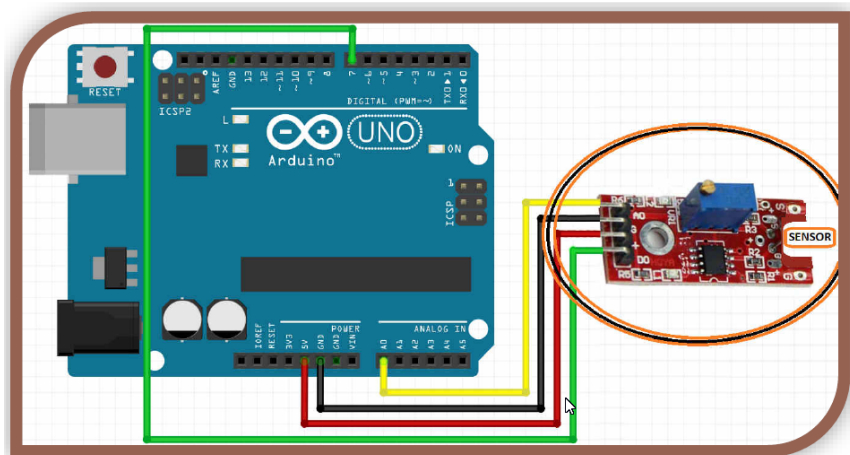
Днес съществуват множество програмни продукти, които осъществяват БФП – продукти, написани на различни програмни езици, за различни операционни системи.

На учениците може да се предложи да напишат програма за Ардуино с

⁴ В новите версии на офис пакета има вложено БФП. Описание как същото може да се направи с по-стара версия има в [7].

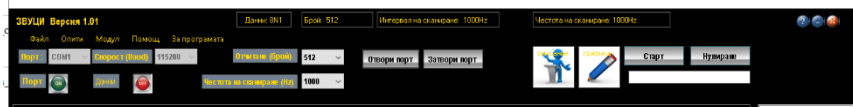
⁵ Аналого-цифровият преобразувател на контролера, използван в платформата Ардуино е 10-битов. Подходящо е да бъде използвана платформата Adafruit Feather M0, снабдена с 12-разреден АЦП.

използване на готова библиотека за БФП – например тази, предложена на адрес [12]⁶. В Академия „Н. Тесла“ са създадени различни програми за Arduino и за други платформи (например за ESP32, работеща с по-ниски честоти) [14]. Повечето от тях комуникират с програма, работеща върху настолен компютър или лаптоп (желаящите да получат повече информация може да се обърнат към автора на адреси: klavdiyt@abv.bg или kait@phys.uni-sofia.bg. Могат да контактуват и директно с Академията – www.ant.bg. Как се свързват стандартни модули към Ардуино, в частност микрофонен модул може да се види на [15 и 16]. Интерес представлява връзката между Ардуино и смартфон – описано е в [17 и 18]. Различни идеи за проекти има на авторската страница [19]. На фиг.11 е показан стандартен начин за свързване на измервателен модул към Ардуино.



Фиг. 11 ©Tyson Popynick 2016 for Aus Electronics Direct

На фиг.12 е показан външния вид на авторска програма, която работи във MS® Windows® среда и която комуникира с микроконтролер посредством стандартен сериен порт.



Фиг. 12

5. Заключение

В последните години е модерно да се говори за STEM (STEAM). По мое мнение, е желателно всеки един преподавател да бъде запознат с основни концепции (не само на чисто педагогическо равнище). В такъв случай би могъл да

⁶ В този пример е използвана *прозоречна функция* – за нея има добро обяснение, предназначено по-скоро за учители и по-напреднали ученици на адрес [13].

създава:

- нови сценарии за обучение на напреднали ученици
- стратегии за разумно използване на т.нар. *дигитални технологии* в процеса на обучение
- и да участва в създаването на различни образователни платформи, които да могат да бъдат използвани не само у нас...
- разумни препоръки и да споделя опит

Темата е обширна и дълга, а мястото – ограничено. Но всеки може да се обърне към автора на посочените мейл-адреси.

6. Литература

- [1] Cooley, James W., and John W. Tukey, 1965, „An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series“, *Math. Comput* 19: pp. 297-301.
- [2] Foley, van Dam, Feiner, Huges, *Computer graphics*, 1999
- [3] Paul L. DeVries, *Computerphysik*, 1999
- [4] <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/an-introduction-to-the-discrete-fourier-transform/>
- [5] <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/nyquist-theorem>, last visited at 13.07.2021
- [6] <https://www.mon.bg/bg/100914>, last visited at 13.07.2021
- [7] Клавдий Тютюлков, *Използване на MS EXCEL за анализ на трептения. Част 1. Физика: методология на обучението 1/2* (2016) с. 14 – 24; https://physika-bg.org/papers/bpe2016_1-2_014-024.pdf, last visited at 16.07. 2021
- [8] <http://epublications.bond.edu.au/ejsie/vol5/iss2/2/>, посетен на 11.08.2016 г.
- [9] <https://apkpure.com/fft-spectrum-analyzer/com.xyz.fft>, last visited at 16.07. 2021
- [10] https://play.google.com/store/apps/details?id=radonsoft.net.spectralview&hl=en_US&gl=US, last visited at 16.07. 2021
- [11] <https://listoffreeware.com/free-audio-spectrum-analyzer-software-windows/>, last visited at 16.07. 2021
- [12] <https://platformio.org/lib/show/1651/arduinoFFT>
- [13] <https://download.ni.com/evaluation/pxi/Understanding%20FFTs%20and%20Windowing.pdf>, last visited at 16.07. 2021
- [14] <https://www.programmough.com/article/11236364053/>, last visited at 16.07. 2021
- [15] <https://www.instructables.com/Arduino-37-in-1-Sensors-Kit-Explained/>, last visited at 16.07. 2021
- [16] http://physics.bu.edu/~sulak/eLab/37-in-1_Sensors&Actuators.pdf, last visited at 16.07. 2021
- [17] <https://www.instructables.com/Sensors-in-Phone-and-Arduino-Serial-Communication/>, last visited at 16.07. 2021
- [18] <https://www.instructables.com/Use-your-android-phone-sensors-on-the-arduino-/>, last visited at 16.07. 2021
- [19] <https://sciopus.eu/>, last visited at 16.07. 2021

Формиращото оценяване като компонент от STEM ориентирана технология по човекът и природата в прогимназиален етап

Нели Димитрова

СУ „Св. Климент Охридски“ – Департамент за информация и усъвършенстване на учители

Абстракт: В доклада се представя контент анализ на училищна документация с цел проучване на заложените в учебните програми по човекът и природата в 5. и 6. клас очаквани резултати в контекста на все по-налагащата се в средното образование STEM ориентирана технология. Контролно-оценъчната компонента на всяка образователна технология е важен елемент за проследяване на учебния процес с всичките му компоненти по отношение на връзката учебно съдържание – очакван и постигнат резултат, както и за качеството на STEM обучението за овладяване на значими метапредметни, предметни и личностни умения, насочени към изграждане на научна грамотност, на практико-приложни и социални умения. В доклада се предлагат възможности за формиращо оценяване при STEM обучение по човекът и природата в прогимназиален етап.

Изложение

Пътят, който следват учителите при промяна на своята авторска методика за въвеждане на STEM ориентирана технология много пъти е свързана с търсене, криволичене, напипване на решения, обвързани с поставените цели, условия, виждания на учителите. Какво предлагат проучванията в избора на подходи за интеграция в STEM образованието: Според Харден (2000) различните подходи за интеграция могат да се представят като стълба, като се започне от дисциплинно-базирано преподаване в началото на стълбата и се стигне до пълна интеграция (трансдисциплинарно преподаване) на върха на стълбата. Стълбата е от 11 стъпала, като при първите 4 се акцентира повече на предметността, при следващите 6 центърът е интеграцията между няколко дисциплини, а на последното стъпало е интеграция, при която учащите са придобили умения сами да я реализират [1]. В наблюдавани практики на наши учители най-често се стига до стъпалото, при което двама учители съвместно провеждат обучение по тема, която се прекрива по отношение на съдържание от два учебни предмети. Налични са и такива практики, но все още малко на брой, които достигат до последно ниво на интеграция. Добра педагогическа възможност е въвеждането на STEM обучение, като избраната обща тема се изучава по отделните учебни предмети от гледните точки на съответните науки и след това в обобщението, разбира се при съответната подготовка се осъществява като интегриран урок или се използват други форми на организация като работилници с отделени работни станции, ателиета, тематични центрове и др. Основен подход, който се налага в STEM обучението е изследователският подход. Този подход е важен за формиране на [2]:

- ✓ устойчива мотивация за учене;
- ✓ интерес чрез среда, различна от училищната – библиотеки, интернет, лаборатории...;

- ✓ дисциплина – спазване на срокове;
- ✓ социални, практически умения и умения за използване на методи на научно познание, включително и за провеждане на научни изследвания;
- ✓ дигитални умения;
- ✓ критично мислене – овладяване на умения от учениците да задават смислени въпроси;
- ✓ знания чрез ученическа активност (дейностен подход).

Ключова компонента от STEM ориентираната технология е оценяването от обучението и на самите продукти от него. Самият процес на оценяване насочва индивида към адаптиране към социалната среда, регулира неговото поведение, води до развитието на редица личностни рефлексивни качества. Важността на процеса на оценяване в средното училище произтича от неговите цели: осигуряване на обратна връзка между ученици, учители и родители, както и обратна връзка за качеството на самото обучение, включително и на учебната програма; проследяване и отчитане на индивидуалния прогрес на всеки ученик; мотивиране на учениците за участие в учебния процес; диференциране на значимостта на оценката, получена за различни видове дейности [3]. В процеса на обучение учителят оценява най-често крайния резултат от ученето на ученика – усвоени знания и формирани умения, тъй като са по-лесно измерими. Съвременните подходи ориентират оценяването и към процеса на учене, но това може да се осъществи единствено при формиращото (вътрешно, текущо) оценяване, но не и при външното (сумативно) оценяване [4]. Оценката от формиращо оценяване е предназначена за насърчаване на развитието и усъвършенстването на обучаваните в рамките на процеса на обучение, а не извън него. Основни характеристики на формиращото оценяване са насочени към: начина как учат учениците и как да се подобрят тези начини и стилове на учене; дава се възможност да се разберат, както целите на обучението, така и критериите за оценяване от обучаемите; развива се способността за самооценяване и самоуправление на процеса на учене; отчита се значението на мотивацията; развиват се рефлексивни умения; повишава се отговорността на ученици и учители за крайния резултат; постоянно адаптиране на обучението по посока постигане на планираните цели; изгражда се ясна картина за типичните и индивидуалните пропуски, причините, които ги пораждат и начините за тяхното преодоляване.

Формиращото оценяване определено може и трябва да се прилага в такива интегрирани учебни предмети, какъвто е *човекът и природата* и то в контекста на STEM ориентирана технология. Във възрастта на детското любопитство, на поставяне на основите на природните науки, математиката и технологиите от ключово значение е как да се поддържа и развие любопитството до любознателност и начин на мислене и действие. В учебните програми по *човекът и природата* за 5. и 6. клас откриваме редица общи понятия, които се изучават и по трите природни науки – физика, химия и биология: вещества, градивни частици, тела, движение (процеси), енергия, сили в живата и неживата природа [5]. Интердисциплинарността е заложена и в четвъртата част на учебната програма „Единство на природата“ и могат да се обобщят значими теми като: парников ефект, киселинни дъждове, озонов слой, нефт и нефтопродукти, синтетични миешки вещества, светлинно замърсяване, топлинно замърсяване, алтернативни източници на енергия, кръговрат на водата в природата, дифузия на прахови частици, фотохимичен смог, космически боклук, здраве и здравословен начин на живот и

други [6]. Тези теми са свързани от една страна с всекидневния ни живот и решаване на ежедневни проблеми, а от научна гледна точка чрез тези теми могат да се усвояват практико-приложни умения, свързани с движението, с пренасянето на енергия и причинно-следствените връзки в неживата и живата природа.

STEM ориентираната технология на обучение концептуално се състои от целева, съдържателна, процесуална и контролно-оценъчна компонента. Първа основна задача на всеки STEM учител е да подбере учебно съдържание, да го обсъди с другите си колеги, с които ще работи и да се планира организацията и формата на провеждане на STEM обучението. Редица учители по природни науки, математика и информационни технологии прилагат STEM образование с различни подходи, форми, методи и средства на обучение. Каквато и форма на организация на обучение да се избере при предварителната подготовка на STEM ориентираната технология със съответната тема, обсъдена от STEM учителите, учебно съдържание, планирани дейности, материална база, продукти и форми на провеждане, е необходимо да се планират и ясни критерии за оценяване на крайните резултати от STEM учебните дейности. Именно в STEM ориентираната технология е много подходящо да се използва формиращо оценяване.

За 5. и 6. клас предлагаме няколко интердисциплинарни теми, които е важно да отговарят на следните изисквания: конкретност, разбираемост, с практическо измерение и във връзка с живота на 11–12 годишните ученици, така че да са мотивирани за активно включване с изработване на планирани конкретен продукт – макет, работещ модел или друго, съобразно целта. Самите продукти могат да се изработват като проекти по различни учебни предмети и да се представят и оценяват в занятие, при което присъстват всички участващи в STEM образователния процес – учители, ученици, родители и др.

Табл. 1.

Клас	Тема	Учебни предмети	Продукти
5.	Сезоните в гатанки Съчинение „Какво ми разказа моят гост от Марс“ Календар „Да надникнем в Космоса“ за 2021 година	Български език и литература и човекът и природата	Постери с гатанки, сборник/помагало с авторски съчинения и календари
5.	Информационна база „Нощното небе“ Рисунка на тема „Космос“ Моделиране на Слънчевата система	Информационни технологии, география, изобразително изкуство, човекът и природата	Карти на съзвездия, заснети видеоклипове на нощното небе и др. Рисунки Макети

ДОКЛАДИ – СРЕДНО ОБРАЗОВАНИЕ

5.	Разработване на: уреди за гимнастически упражнения в Космоса; хранително меню на космонавти; Как да си направим термометър	Информационни технологии, човекът и природата, инженерни науки, математика	Макети, уреди, хранително меню
5.	<p>Нейно величество Водата като среда за живот</p> <p>Водата – скритото богатство на България</p> <p>Да отгледаме растение/домашен любимец</p>	<p>Информационни технологии, човекът и природата, инженерни науки, математика</p> <p>Информационни технологии, човекът и природата, инженерни науки, математика, география, изобразително изкуство</p> <p>Човекът и природата, инженерни науки, математика</p>	<p>Аквариум за риби</p> <p>Карта с водните ресурси на България</p> <p>План на необходимите условия (интелектуална карта), ресурси и дейности за отглеждане. Снимков материал</p>
6.	<p>Кой как се движи: Лостовете в човешкото тяло; Лостови инструменти</p> <p>Да си направим компас</p> <p>Риби, които произвеждат електричество</p> <p>Огънят – приятел или враг</p>	Човекът и природата, инженерни науки, компютърно моделиране, информационни технологии, математика	<p>Постер, презентация на проучвания за начини на движение на различни животни</p> <p>Макети</p> <p>Ръчно изработен компас с описание на начин на действие</p> <p>Презентация, постер</p> <p>Робот за гасене на пожар</p>

6.	Пият ли растенията вода, ако липсва коренова система или за това как да си направим двуцветно цвете	Човекът и природата, информационни технологии	План за извършване на домашен експеримент Снимков доказателствен материал от домашен експеримент
----	---	---	---

В доклада се предлагат критерии за формиращо оценяване на продукти от STEM обучение при прилагане на следните форми: проектно базирано обучение, лабораторни упражнения, работилница за изработване на ученическо портфолио.

За оценка се препоръчва изпълнението поне 3 STEM дейности като групова работа или домашна работа. Желателно е STEM дейностите да бъдат различни – например презентация/макет/домашен експеримент – 2, решаване на задача/отговор на въпрос – 1.

Критерии за оценка на различни видове домашна работа

Решаване на задача (основно се реализира междупредметна връзка природни науки-математика с възможности за включване на информационни технологии и изобразително изкуство):

- ✓ извлича информация от текста на задачата – 5. клас/съкратен запис на задачата – 6. клас;
- ✓ прави анализ на условието на задачата/ въпроса
- ✓ превръщане в система SI – за 6. клас;
- ✓ прави или използва чертеж/рисунок с означения;
- ✓ запис на верните зависимости – за 6. клас;
- ✓ словесно решение – 5. клас/ буквено решение – за 6. клас;
- ✓ проверка с единиците – за 6. клас;
- ✓ изчисления – за 6. клас; (за физични задачи)
- ✓ анализ на резултата.

Продукти, които са насочени към изграждане на общоучебни умения за систематизиране, обобщаване на информация и естетика, каквато е *интелектуалната карта*. Предлагаме следните критерии за оценяване: включване на всички ключови думи от изучаваните теми в картата, правилно посочени връзки, правилно изградена йерархична съподчиненост между понятията, лесна за четене карта и естетическо оформяне.

Изработване на модели, макети, уреди и пособия – включват освен умения по природни науки и умения от информационните, инженерните науки и изобразително изкуство:

- ✓ Има план за изработването с описание на цел, дейности, време и подходящ избор на материали;
- ✓ Налична е схема, чертеж или друго за описание на продукта със съответната научна аргументация;
- ✓ Правилна конструкция;
- ✓ Оригинален продукт;
- ✓ Изработеният продукт е работещ;
- ✓ Представянето на продукта е аргументирано. Учениците умеят да отговарят на въпроси на аудиторията.

Учебен домашен експеримент

- ✓ Има план за работа за експериментите;
- ✓ Подбрани са лесно достъпни и прости за работа уреди и материали;
- ✓ Описанието на опитите е научно вярно;
- ✓ Изследването е завършено и отговаря на поставените задачи;
- ✓ Представянето на продукта е аргументирано. Учениците умеят да отговарят на въпроси на аудиторията.

При оценяване на продукти от проектно базирано обучение критериите за формиращо оценяване са: научна коректност, мултидисциплинност, изработване и представяне.

Критерии за оценяване на *ученическо портфолио* с фиш за самооценка – *съдържание*: определени рубрики, пълнота, богатство и разнообразие на включените материали; *технологично изпълнение*: ясно структуриране с логически пояснения и препратки, илюстрации, оформление, прегледност; *рефлексивно представяне и самооценка*: умения за аргументирано представяне, за самооценка и самоанализ на извършените STEM дейности, изработени продукти, степен на участие в групови проекти и др.

Заклучение

Основа за планиране на STEM ориентирана технология на обучение е разбирането на учителите за всеобхватността, но от друга страна и за системността на човешкото знание, способността им да виждат цялото, уменията им за ясно и конкретно планиране и разработване на цели, съдържания, избор на условия, среди, форми, методи и ресурси на обучение, критерии за оценяване на продуктите, познаване на своите ученици и подкрепата, която да очакват от включените колеги и ръководство на училище или детска градина. Разбира се, STEM ориентираната технология дава насока за формите на организация като проектно базирано обучение с използване на изследователски подход, за системността на провеждане на обучението в сътрудничество от екипа включени STEM учители, за продуктите, които да са основно по посока на инженерни решения като роботи, макети, уреди, компютъризирани експерименти, карти/ схеми, книжни издания и други, но освен заложените в абривиатурата науки: математика, природни, информационни и инженерни науки, не можем да изключим и използването на родния и чуждите езици и изкуствата, които развиват естетически ценности и нагласи.

Докладът е изготвен с подкрепата на фонд „Научни изследвания“ на СУ „Св. Климент Охридски“, № 80-10-171/5.04.2021 г.

Литература:

- [1] Н. Райчева, *Междупредметната интеграция в средното училище*. Унив. изд. „Св. Климент Охридски“, София. (2019)
- [2] Ж. Райкова, *Съвременни тенденции в обучението по физика*. Унив. изд. „Паисий Хилендарски, Пловдив. (2019)
- [3] Н. Цанова и др., *Помагало за педагогическите специалисти за усвояване на знания, формиране на умения и компетентности за оценяване на учениците*. МОН, София. (2013)
- [4] Н. Димитрова, *За оценяването в обучението по физика и астрономия*. В: *сбор-*

ник на VI Научно-образователен форум „Модернизация на образованието“, 11-12 ноември 2016, ДИУУ, унив. изд. „Св. Климент Охридски“ с. 195–200 (2017)

- [5] Учебни програми по *човекът и природата* за 5. и 6. клас, МОН, (2016, 2017)
- [6] Н. Димитрова и Д. Димова, Интерактивните методи и екологичното образование на учениците в обучението по човекът и природата в 5. и 6. клас. *сп. Химия. Природните науки в образованието*, бр. 3, с.376–385. (2018).

Театър на физиката или Физика в театъра?

*Радка Костадинова
СУ „Иван Вазов“, гр. Вършец*

Абстракт: При STEAM (наука, технологии, инженерство, изкуство и математика) подход, обучението на природните науки става чрез артистични преживявания. STEAM обучението е невероятна възможност за достигането до скучните за някои от учениците природни науки. В рамките на една урочна единица това не може да се случи, но при една проектна изследователска дейност – резултатът може да се представи точно чрез артистично преживяване. Проектно – базираното обучение чудесно се съчетава със STEAM образованието.

Ключови думи: Проектно базирано обучение, изкуство, природни науки, артистично преживяване

Увод:

От години се коментира нужда от промяна в образованието. Промяната трябва да следва съвременните нужди на дигитализираното общество, на бъдещите потребности на младите хора и на интелигентното образование. В този смисъл обучението по отделните предмети не може да съществува само по себе си. Заговори се за STEM и STEAM образование. STEM е образователен подход, който съчетава наука, технологии, инженерство и математика. Той е интегративен: вместо да се преподава всеки предмет поотделно, преподавателите се стремят да включат някои или всички елементи на природните науки във всеки проект. При STEAM подхода, обучението на природните науки става чрез артистични преживявания. Във възрастта на своето юношеско развитие, когато тийнейджърите бушуват от емоции и преживявания и всички желаят да изявят своите артистични дарби, STEAM обучението е невероятна възможност за достигане до скучните за някои от тях природните науки. В рамките на една урочна единица това не може да се случи, но при една проектна дейност – резултатът може да се представи точно чрез артистично преживяване. Проектно – базираното обучение чудесно се съчетава със STEAM образованието.

Началото: Започнах с подхода за учене чрез артистично преживяване преди доста време, когато успешно представихме на сцена „Съд за инфразвук“, описан в сп. Физика – бр.1, 2008. След 9 години, театрализирахме второ съдебно дело срещу „микровълните“. Този път от юридическа гледна точка бяхме много по-организирани и достоверни, а от физична гледна точка, учениците се справиха със съвременните им приложения – от Wi-Fi технологиите, мобилни комуникации до съвременното приложение на микровълни в онкологията. Двете страни – защита и ищец бяха организирани от две паралелки на един клас. Имаше победител – класа с по-убедителни аргументи за нуждата и ползата от микровълните. Получи се един истински, изпълнен със страст и спор съдебен процес.

След този артистичен театрален процес, нарасна желанието ми за продължаване на този експеримент за обучение по физика чрез преживяване, поради следните причини:

1. Идеята за театрално представяне на изследователски проект е изключи-

телно атрактивна за младите хора и те са готови да сътрудничат, учат, проучват и обработват резултати и анализират, за да могат да участват в постановката.

2. Всеки ученик може да намери място в такава театрална научна импресия според своите способности и възможности.

3. По време на репетициите в резултат на повторенията, сугестивно учениците запомнят научни термини, понятия, активизира се познавателната им активност, без изобщо да им е скучно, досадно и натрапчиво.

Разбира се, не е никак лесно да се създаде оригинален сценарий представящ резултатите от изследователски научен проект, да се включат всички ученици според техните интереси, да се осъществи в сценария връзка между природните и хуманитарните дисциплини. Всичко това изисква сериозно проучване, умения за свързване на дисциплини, познаване на ученико-актьорския екип и възможностите му, сценаристки и режисьорски умения у преподавателя. Но българският учител може всичко и го реализира във всекидневната си работа. При STEAM обучението се променя „само“ мащаба и размаха на неговите способности.

STEAM подходът е изключително подходящ при представянето на проектите дейности при занимания по интереси, на клубове и школи. Възможно е да се реализира и при обобщение и систематизация на знанията.

С театрална импресия „Усещане за време“ и фотографска изложба, учениците от школата по метеорология и астрономия при СУ „Иван Вазов“, гр. Вършец, представиха знания и умения, формирани от участието им в тази извънкласна форма. Поводът беше откриването на метеорологичната станция в двора на училището в края на месец май 2017 година. Тази станция беше закупена и монтирана по проект „Времето е наше“ към програма „Знания за успех“ на фондация „Работилница за граждански инициативи“ с финансово съдействие на САП България. Героите в театралната импресия бяха феи, вълшебници, облачни и атмосферни създания, както и оправдаващи се за замърсяването на атмосферата хора. Диалозите и монолозите се допълваха и от музикални изпълнения, съответстващи на темата на импресията.

Метеорологията е сложна, изобилна с много понятия и термини наука. Когато започнахме заниманията в школата, учениците на възраст от 17-18 години бяха стъписани от големия обем нова информация, въпреки че откриваха познати елементи от физиката в нея. В продължение на месеци учениците се стараеха да изучават понятията и метеорологичните явления и резултатите не бяха окуражаващи. Но след 2 репетиции, вече запомнили целият сценарий, се знаеше строежа на атмосферата, вида на всички облаци, различните атмосферни явления. Учениците бяха изключително ентузиазирани, точни в репликите по отношение на научната терминология, артистични, музикални. Те се намесваха със своите концепции за сценария и корекция на реплики. Същата театрална импресия се представи на „Наука на сцената 7“ в гр. Севлиево и на официалното откриване на Пролетното национално състезание по физика в гр. Вършец на 08.03.2019 г. И до днес, когато се съберем на приятелски разговор, те разиграват някои сцени, дори пресъздават ролите на завършилите абитуриенти. На самите репетиции, учениците освободени от наблюдението на публиката, бяха невероятни. Доста по-притеснени и по-сковани на бяха на сцената, което е нормално. Но въздействието от преживяването и върху тях и върху публиката беше силно. За засилване на това въздействие, допринасяха и видеофрагменти със съдържание, онагледяващо

метеорологичните процеси. Младите хора имат нужда от визуализация.

С още по-мощна театрална импресия беше представен реализираният интегративен проект (физика, химия, история и литература) „Да бъде светлина“ през 2019г.

В този проект ученици от 10 и 11 клас изследваха с мобилна лаборатория (дейта-логер Айнщайн Лаб Мейт II), характеристиките на съвременни източници на осветление – интензитет на видима светлина и ултравиолетово лъчение и честота на трептене във видим и рентгенов диапазон.

Хората трябва да знаят предимствата и недостатъците на всички изкуствени източници на осветление. Но е интересно да се знае и как са еволюирали тези източници. И нашият театър започна от Древна Гърция и Прометей – дарил с цената на страдания светлината на хората. Премайнавайки през Древна Гърция, фенерите в Китай, глинени лампи и светилници с течни горива, се разгледаха и химичните структури на различните горива – предимствата и недостатъците при изгарянето им. През всяка историческа епоха преминавахме с помощта на 9-те музи от древна Гърция, които демонстрираха и източниците на осветление. Музите откриха постановката, появявайки се на сцената със светилници от древна Гърция, въведоха ни в Средновековието със свещи, светилници и кандила, преминаха към по-новото време с газени фенери и лампи и накрая някои музи – на астрономията, на театъра и поезията направиха пътешествие в настоящето с LED фенерчета на GSM-и. За да установят промяната на светлината в мислите и делата на хората в новите времена... Освен, че водиха публиката на пътешествие във времето, музите бяха и публика на сцената: те се запознаха от екипи ученици със съвременните лампи с нажежаема жичка, люминесцентно и ЛЕД осветление. Научиха, че то оказва влияние върху здравословното състояние на хората, променя цветовото им усещане и непрекъснатото му използване уврежда очите и други части и органи от тялото.

Трудното в тази театрална постановка беше, че цял клас се включи в нея. Големият брой участници, които периодично се появяваха и тръгваха от сцената в отделните сцени, наговарва сценографията. Но едновременно с това даде възможност за едно динамично представяне и учениците да се представят с различни роли и съответно да демонстрират повече знания. От 10 клас се включиха 18 от 20 ученика, а от 11 клас – трима ученика в театралната постановка. Не всички ученици имат актьорски таланти, но пък имаха огромно желание и старание за добро представяне. Пресъздадоха се сцени от гръцката митология – конфликтът между Прометей, Океан и Зевс. Пресъздадоха се сцени и от българската история. На фона на Вазовата поема за Паисий от „Епопея на забравените“, се появи и средногорския монах, за да седне на масата на импровизирана, осветена с кандило килия и да пише своята история на светлината на догаряща свещ. Публиката емоционално аплодира монолога на актьора за нуждата от „История славянобългарская“, която трябва да „освети“ и пробуди съзнанието на българския народ. Отново пътешествайки във времето, музите разказаха за първото изкуствено осветление с газени фенери в новата столица след освобождението – София. В края на пътешествието си във времето, музите попаднаха в училището в гр. Вършец, където техни почитатели са учениците и учителите от школата по астрономия, театрална трупа и музикална група „Джой“. Бяха преплетени литература, история, философия с физика, химия, биология и икономика. Поетичните, музикалните и танцови изпълнения на музите помагаша за прехода между исторически

периоди, в които са се променяли и изкуствените източници за осветление. Всички актьори имаха подходящи сценични костюми, сменяха се в движение декори и източници на осветление. В края на постановката скипът изследователи запозна присъстващите с икономическа оценка на ефективността на съвременните осветителни източници, както и с проучване на най-търсените и купувани източници в търговската мрежа на общината. Наблегна се на проучването за въздействието на честотата на видимата и UV светлина на употребяваните съвременни светлинни източници върху човешкото здраве. Песента „Нека бъде светлина“ на Подуене Блус Бенд, запята от всички беше финалът на постановката. Младите актьори и публика се разделиха с удовлетворение от интересно и необичайното представяне на своите знания, на своите възможности, на изявата на артистичните си способности.

Разбира се, че такова обучение чрез артистично преживяване не е възможно да се реализира ежедневно, дори и в рамките на всеки срок. Но резултатите от това преплитане на изкуство, обучение и наука заслужават усилието от страна на учениците и учителите. Придобитите знания са далеч по-качествени и трайни, а учениците и учителите остават удовлетворение от свършената работа. Освен до природни дисциплини, учениците се докосват и до изкуство, образованието надгражда общата култура на учениците.

Времето, необходимо да се реализира такъв театрален урок също е съществен фактор, затрудняващ тази форма на обучение.

Важен момент е, че не трябва да се измества целта на този театрализираните уроци, а именно, че те са необичайно средство за представяне на изследователската проектна дейност.

Разработването на изследователския проект отнема между два и три месеца. Около 1 месец време отне написването на сценария, редактирането и „калибрирането“ му според интервала време, в което трябва да се вмести, според репликите, които трябва да отпаднат или да се уточнят. Само 3 репетиции бяха необходими, за да се отработят смяната на действията на голямата сцената. В крайна сметка, точно за 40 минути се представи целият труд на ученици и учител за източниците на осветление от древността до наши дни, с акцент на предимствата и недостатъците на съвременните източници на осветление по отношение на човешкото здраве и на енергийна ефективност.

Подобна театрална миниатюра въведе наблюдателите в интегративния (физика и история) урок „Как физичните открития допринасят за промяна на човешката история“. В кратката сценка доктор Галвани и неговият асистент обсъждат действието на електричеството върху жабешки крачета.

Резултатите от тези театрални кратки импресии – в рамките до 40 минути са изключителни:

- Настъпват вътрешни изменения в познавателната сфера на учениците в резултат на промяната на тяхната емоционално – волева и поведенческа сфера.
- променя се ролевия модел в урочната работа: учителите са автори и ръководители, но учениците са съавтори, учещи се чрез преживяване и активно взаимодействие, те дискутират начините на представянето на проекта, свързват го с личен опит. Освен това дискутират изследванията и експериментите, и ги свързват с приложенията в ежедневието.
- Знанията и работата на учениците се конструират около идеята за изследователски експеримент в областта на физиката, приложението и значението

му за останалите дисциплини и учебни предмети и начинът на оригинално представяне на проекта.

- Настъпват изменения на личностно отношение на учениците не само към физиката, като наука за природни явления и съвременни технологии, но и към свързаността на природните науки с хуманитарните науки и с изкуствата.

- Учениците използват своето въображение за забавно представяне на проекта, за осъществяване на междупредметни връзки, тъй като физика не съществува отделно от останалите науки и дисциплини и откриват особената ѝ позиция в познанието за света.

- И не на последно място учениците придобиват умения за разширяване на информационното пространство извън неговите граници в рамките на учебната дисциплина и урочната единица и придобиват умение за представяне на плодовете на собствения труд.

В заключение, театралните уроци са една уникална форма на представяне на проектно-базираното обучение. Въпреки всички трудности при реализацията, те допринасят за естетическата наслада от съчетание на изкуство и наука, и за ученици и за учители. Разбира се носят и удовлетворение от свършената работа и от изявата на учениците.

Благодарности: към всички мои ученици, които с ентузиазъм, артистичност и вдъхновение се включват в нашите шури, смели, научни и артистични проекти! И най-вече: Габриела и Тереза Стефанови, Елина Миронова, Борис Горанов, Доброслав Иванов, Галя Георгиева, школата по астрономия и всички малки учебни общности по физика, които са функционирали през годините!

Приложение:

Макар и с лошо качество – видео от театрална импресия „Усещане за време“:
<https://www.youtube.com/watch?v=ufUhL4cIZDA&list=UUdZWtRKNY1v83WUCe86e3aQ&index=10>

„Да бъде светлина“:

<https://www.youtube.com/watch?v=94rqzDdLM&list=UUdZWtRKNY1v83WUCe86e3aQ&index=2>

Бинарните уроците по физика и астрономия

*Таня Ганева, Елена Масленкова
СУ „Любен Каравелов“
СЕУ „Св. Паисий Хилендарски“*

Абстракт: Чрез интегриране на дейностите по STEM в учебните области на децата се предоставя възможност за развитие на умения, необходими за адаптация в динамично развиваща се прагматична и технологична среда. Уменията, разработени чрез STEM им осигурява стабилна основа за успех, както в училище, така и в реалния живот.

Най-голямото предимство на STEM е обединението на отделните дисциплини от учебния план. Много подходящо е да се използват бинарните уроци.

Бинарният урок това е творчество на двама учители, което прераства в творчески процес на учениците. Защо? Защото на границата на науките е винаги интересно, защото дейностите там предизвикват висока мотивация. А това е главната цел на образованието да увлечеш учениците, да провокираш творческо търсене и познавателна активност!

STEM обхваща 4-те принципа в образованието на 21-ви век: творчество, сътрудничество, критично мислене и комуникация, философия на образованието, която обхваща преподавателски умения и учебни предмети по начин, който прилича на реалния живот.

Това, което отличава STEM от традиционното образование и наука е смесената учебна среда и демонстрира на учениците как научният метод може да бъде приложен в ежедневието. STEM отчита факта, че непрекъснатия напредък на технологиите променя начина, по който децата учат, свързват се с другите и взаимодействат по между си всеки ден.

Чрез интегриране на дейностите по STEM в учебните области на децата се предоставя възможност за развитие на умения, необходими за адаптация в динамично развиваща се прагматична и технологична среда. Уменията, разработени чрез STEM им осигурява стабилна основа за успех, както в училище, така и в реалния живот.

Учениците развиват ключови умения като творческо мислене, критичен анализ, работа в екип, инициатива, общуване и математическа грамотност.

Най-голямото предимство на STEM е обединението на отделните дисциплини от учебния план, с цел реализиране на по-голям проект. Проектния принцип на обучение позволява различни групи деца да разработят самостоятелни решения на един и същи проблем. Той им помага да вникват в дадения проблем и да го изследват по-дълбоко. Работата и уменията, които влагат, за да го разрешат, ги учи да проучват, планират и организират. А чрез практическите занимания те добиват уменията и способностите, необходими за реализирането на проекта. [2]

Най-голямото предимство на STEM е обединението на отделните дисциплини от учебния план.

Много подходящо е да се използват бинарните уроци.

Бинарният урок това е творчество на двама учители, което прераства в творчески процес на учениците. Защо? Защото на границата на науките е винаги

интересно, защото дейностите там предизвикват висока мотивация. А това е главната цел на образованието да увлечеш учениците, да провокираш творческо търсене и познавателна активност! [1]

Бинарните уроци, които съм направила са:

*Физика и Български език и литература

* Физика и ИТ

* Физика и изобразително изкуство

* Физика и философия

Темата на бинарният урок по Физика и Български език и литература в 7 клас беше „Светлината в народното творчество“.

Учениците изготвиха презентации с пословици, поговорки, стихотворения и гатанки, посветени на светлината и светлинните явления.

Този урок беше много забавен и интересен за тях.

Хей...слънце
Защо от север изгряваш?
Обърка се нещо-
Да ме усмихнеш успяваш!
С лъчите си златни
Очите ми галиш,
На лицето ми сънено
Усмивката палиш!
По нослето пощипваш ме
Тъй, закачливо.
А как гъделичкаш ме,
Слънце игриво!
В очите искрят
Светли пращинки,
По детски усмихнати
Дяволити смешинки.
Танцуваш по мен танца си тих.

Я кажете, що е то?-
Като есенно листо,
ярко жълто петънце
върху синьото небе.
С топлината си ни сгрява
и живот на всички дава.
Гали ни с лъчи горещи,
всеки с радост го посреща.
Свети като златно зрънце
и наричаме го?...СЛЪНЦЕ



В 12 клас избрах темата „Размисли за светлината“.

Учениците написаха стихотворения за светлината и обсъждахме мисли и цитати за светлината.

Да бъде светлина!

Светлина в тъмното.

Светлината на истината.

Лошият се страхува от светлината като дявол от кръст.

Не знам дали има хора на Луната, но ако има, те със сигурност използват Земята за своя лудница.

Три неща не могат да останат за дълго скрити: Слънцето, Луната и истината.

Търпелив е този, който знае, че се иска време непълната луна да стане

пълна!

Стреляй към луната, дори и да пропуснеш, пак ще свалиш някоя звезда.

Аз съм готова звезда. Просто добавете вода и разбъркайте!

Ако звезда е този който излъчва светлина, аз не мога да бъда звезда. Но ако звездата е този който за пари и корици на списания, тогава това е мерзко, а аз не искам това!

Имаме традиция да използваме ИТ в обучението по физика и астрономия. Много успешно си сътрудничим с колегите по ИТ, като задаваме на учениците въпроси, на които те отговарят. Сформират се групи, търсят информация и представят готовия продукт – доклад за „Великите открития на XX век“, вестник или брошура, в които се представят любопитни факти за материята, Вселената, ЦЕРН, тъмната материя и други. Десетокласниците се справиха перфектно.

„Въздействие на цветовете“ и „Художествената фотография“ са темите на бинарният урок физика и астрономия и изобразително изкуство. Учениците разглеждаха въздействието на цветовете и обясняваха приложението им. Свързваха цветовете с природата и настроението.



Концепцията за въздействието на цветовете е разработена за пръв път от Йохан Волфганг фон Гьоте. Според него всички тъмни цветове успокояват, а светлите – възбудят, като въздействат както на физическо, така и на психично ниво.

Цветовете се възприемат асоциативно – например, синьото е „студен“ цвят. Минавайки през очите, възприето за цвят достига до всички органи и предизвиква осезаеми усещания. Доказано е, че цветът оказва влияние върху кръвното налягане – то се понижава от синьото и зеленото и се повишава от жълтото и червеното.

Бинарният урок по физика и астрономия и философия е на тема „Философия на светлината“, проведен в 12 клас в часа по ЗИП.

Кое е общото между Нютон, Гьоте, Хюйгенс, Хук, Френел, Поасон, Максвел, Планк и Айнщайн?

Как Нютон разглежда светлината? От какво се интересува Гьоте?

Без светлина няма живот – светлината не само прави възможно съществуването ни, тя осмисля нашето ежедневие и е основна характеристика на цялата ни Вселена. Същевременно светлината е най-фундаменталният и загадъчен физичен феномен, който до ден днешен крие многообразие от изненади.

Учениците дебатираха по въпроса за същността на светлината. Проучиха самостоятелно философските възгледи, успяха да обяснят корпускулярно-

възновият дуализъм на светлината.

STEM учи децата да експериментират и изпробват. Също ги насърчава да споделят идеите си и да допринасят за развитието на групови проекти. Притежавайки тези комплексни знания и умения, децата имат възможността да израснат като пълноценни, уверени и успешни личности, които постигат високи резултати във всичко, с което се захванат.

Използвана литература:

- [1] Р. Ангелова, Критерии и резултати при оценяване на въздействието на бинарните уроци
http://www.math.bas.bg/omi/docs/stempd/190314_STEMPNet_RA.pdf
- [2] <https://prepodavame.bg/stem-kakvo-tryabva-da-znaem-za-nego/>

Заниманията по интереси – път към високи постижения и траен интерес към науката

Роза Рангелова
СУ „Отец Пауций“, гр. Стамболийски

Абстракт: Заниманията по интереси са мощно средство за комплексно развиване на ключови компетентности, което е предпоставка за траен интерес към науката. Те спомагат за по-високи резултати в общообразователната подготовка, в олимпиади и състезания. Сформирани според потребностите на учениците, извънкласните дейности разнообразяват и допълват основните знания, умения и отношения. Те са истинско предизвикателство и удовлетворение за ученици и учители. Работата в тях е гъвкава, но обикновено в центъра е ученикът, а учителят е просто негов партньор. В настоящата разработка са разгледани дейности на клубове по интереси от последните няколко години, които впечатляват учениците и ги мотивират за по-високи резултати в задължителния учебен процес, в състезания и олимпиади.

Природните науки са мощно средство за развитието на въображението, любознателността, търсенето, намирането. Ако още в 5 клас или в начален етап учениците бъдат „запалени“ за науките за природата, това може да се задълбочава и развива и да води до все по-високи резултати. Заниманията по интереси допълват и доразвиват компетентностите по природни науки, но те могат да бъдат и „искрата“, която „пали“ любовта към науката.



В клуб по природни науки „Аз изследвам“ на учениците от 5 клас бе дадена възможност да правят опити, да наблюдават и анализират. Те участваха в открит урок „Гайните на веществата“ по човекът и природата, предприемачество, английски език, технологии и изкуства в Световната седмица по предприемачество. В урока те бяха разделени на екипи. Всеки един екип трябваше да разпознае кое е неговото вещество по предварително зададени свойства, да измисли какъв

продукт може да се прави с него, да го нарисува и да го рекламира- на български и на английски. Всички екипи се справиха отлично и определиха урока като изключително интересен и полезен. Родителите също бяха удовлетворени и доволни от участието си в урока. Клуб „Аз изследвам“ организира празник на водата „Водата – извор на живот“, посветен на Световния ден на водата – 22 март. В него участваха ученици, учители и родители. Имаше задачи с ценни изводи за пестеливото използване на водата, казуси, представяне на проекти, много положителен заряд и мисли за водата и нейното опазване. Празникът започна с танц „Вода“ и завърши с почерпка. На 12 април – Международен ден на авиацията и космонавтиката учениците имаха възможността да прекарат няколко незабравими часа в Музей на авиацията, Крумово. Разгледахме изложбата и музея, качихме се на МИГ-21, гледахме излитачи самолети, взеха интервю от нас за телевизията, гледахме филм в самолет – филма на Карбовски за първия български космонавт – Георги Иванов „Длъжен да оцелее“.



През май 2019 бяхме класирани на второ място в заключителния етап на Национално състезание „Космически пътешественици“, което се проведе в Астрономическата обсерватория и планетариум “Николай Коперник” във Варна. В него участваха екипи от цялата страна. Учениците бяха изправени пред различни предизвикателства, а в журито дори имаше истински космонавт – Красимир Стоянов. Отборът ни се казваше Галилео, а мисията по която работихме- „Ганимед – загадъчният гигант“.



През 2019 год. наш ученик – Теодор Тинков бе класиран на Първо място за България в състезанието „Учен за един ден“ на НАСА за възрастова група 5-6 клас. Есето му „Луната на Сатурн Енцелад“ е публикувано на сайта на НАСА, съответно на български и на английски език. Заедно с неговото име бяха изписани името на нашето училище и нашия град. Официалното награждаване на националните победители се състои през април, 2019 в Института за космически изследвания и технологии при Българска академия на науките. През 2020 същият ученик отново беше определен за Национален победител, но на второ място в същото състезание.

През следващата учебна година същите ученици участваха в клуб по природни науки „Красива наука“. Кое е по-интересно от работата ни в него? Сформирахме отбор по роботика – РобоСтамб. РобоСтамб е първият отбор по роботика на нашето училище и нашия град. Първата ни мисия се казваше „Спортен комплекс“. Отборът ни се включи в Национално състезание по роботика. Имаме лого и страница на отбора.



Ходихме на екскурзия до Планетариума в Смолян и обсерваторията в Рожен, Музейко и Природонаучен музей с Планетариум, Пловдив. Много знания и положителни емоции имаме от тези обекти.



Участвахме в Национален конкурс по STEM науки с различни проекти . Теодор Тинков бе обявен за Национален победител в Национален конкурс по STEM науки в България, 2019 за възрастова група 5-7 клас с проекта си „Луната на Сатурн Енцелад“.

За учебна 2020/21 година най-високи постижения имат следните ученици: Теодор Тинков, Александра Пашкулева и Моника Камбурова от 7 клас - Първо място за област Пловдив в Национален конкурс „Кой е супер STEM!?!“, категории STEM и STEAM. Учениците показаха високи резултати в областен кръг на олимпиадите по физика и астрономия, представиха достойно училище, град, Община в Младежка сесия на Национална конференция по физика в София и Европейска нощ на учените. Във връзка с високите постижения на национално и областно ниво през периода 5-7 клас община Стамболийски награждава тримата ученици с участие в лятна академия "Физика и астрономия" в Еленския балкан в периода 8-14 август 2021 година.



STEM образование в проекта SCIENTIX

Цеца Христова

ППМГ „Акад. проф. д-р Асен Златаров“, Ботевград

Абстракт: Проектът Scientix повече от 12 години успешно разпространява и споделя постигнатия напредък, ноу-хау и най-добри практики в областта на науката и образованието. Той се управлява от Европейската училищна мрежа (EUN), която е неправителствена организация към Европейската Комисия.

Презентацията разглежда образователните политики на EUN и проекта Scientix. Тя показва как EUN решава въпроса за повишаване на квалификацията на учителите и какви инициативи се организират от проекта Scientix с цел популяризиране на нови методологии и технологии и използването на изследователски подходи.

Ще споделя своя опит от работата с моите ученици по проектите „InGenius“, „Go lab“, „Globul Excursion“, „Inspire Science Educations“, „Science: it's a girl thing!“, „EU Hou“, ITEMS, Compass, Nature-Based Solutions, EASE, Khan Academy, LabXchange и използването на ресурси за онлайн обучение.

Изложение

Интересни ресурси за насърчаване на учениците да учат природни науки има в много проекти, които може да откриете в ресурсното хранилище на проекта „Scientix“, единият от които е проекта „InGenius“.

Можем да вдъхновим учениците да учат физика и астрономия работейки с виртуалните и дистанционни лаборатории в проекта „Go Lab“ (www.golabz.eu) и с достъпа до базата данни на ESA, NUCLIO и от различни университети и институти. В хранилището на проекта може да намерите приложения, които да подкрепят вашите ученици във формулирането на изследователските въпроси и хипотези, в провеждането на научни експерименти и достигането до съответните изводи. Нещо повече, Go Lab ще Ви помогне да създадете дидактични сценарии за вашите часове и да ги качите в платформата за образование в изследователски стил (Inquiry Learning Spaces).

Виртуални и дистанционни лаборатории в проекта „Go Lab“:

Newton's Law Lab;

Motion with constant acceleration;

Splash: Virtual Buoyancy Laboratory;

Gravity Force Lab;

Energy Skate Park: Basics;

Foucault Pendulum;

Forces and Motion; Basics;

VISIR;

Ohm's law;

Electrical circuit lab;

Faraday's law; Free Fall;

The Photoelectric Effect;

Build an Atom;

LHC Game;

Ну.р.а.т.и.а и др.

Информация за астрономическите онлайн лаборатории може да получите в сайта на GO LABZ – https://www.golabz.eu/labs?subject_domain=75.

Полезни ресурси може да намерите и в LabXchange:

<https://www.labxchange.org/>

С моите ученици използваме и отдалечената лаборатория на Quinsland University в Америка. Подробности за дистанционното обучение може да научите от моята статия в блога на Scientix „Distance Learning in Bulgaria“:

<https://blog.scientix.eu/2020/06/distance-learning-in-bulgaria/>

В блога на Scientix може да намерите и много публикации на колеги от цял свят в областта на STEM образованието.

Друг много полезен ресурс е виртуалната лаборатория Vascak:

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=bg>

Много полезни са и онлайн курсовете за 2021г на Европейската училищна мрежа (EUN): <https://www.europeanschoolnetacademy.eu/downloads/catalogue.html>

Проектът STEM Alliance (2015) е продължение на inGenious проекта (2011-2014) и обединява образованието в областта на STEM (наука, технологии, инженерство и математика) и индустрията, министерствата на образованието.

Повече за кампании на STEM Alliance може да прочетете на: <http://www.stemalliance.eu/campaigns>

Всичко, което може да научите за Stem Discovery Campaign за 2021 г.:

<http://www.scientix.eu/news/news-all/news-detail?articleId=1001006>

Други проекти, които могат да се използват за STEM образование са: „Globul Excursion“, „Inspiring Science Education“, „Discover“, „Mascil“, „Must“, „EU Hou“, ITEMS, Compass, Nature-Based Solutions, EASE, Khan Academy и др. Учениците учат повече, получавайки неочаквани резултати. Идеи за магията в науката може да открием в проекта „TEMI“.

В проекта EASE има много споделени ресурси. Тук споделям един от моите учебни сценарии за промените на климата: <http://ease-educators.com/>

Nature-Based Solutions (NBS) е проект, свързан с екологията и екосистемите, който осигурява социални, екологични и икономически ползи, увеличавайки биологичното разнообразие и допринасяйки за адаптирането и смекчаването на изменението на климата. Ние тествахме ресурсите, свързани с Eco-Green City part 1, Eco-Green City part 2, New vision of City, Paris-2050, DIY-Solar charger, USB-Charger. Учениците бяха много впечатлени и дадоха много интересни предложения за адаптирането им в нашето училище. Повече информация за проекта на: <http://www.scientix.eu/web/guest/projects/project-detail?articleId=959170>

В ресурсното хранилище на проекта „Scientix“ има повече 2500 учебни материали, в които може да намерим много идеи как да направим науката привлекателна за младите хора. Там има материали от двете международни конференции на „Scientix“, от дискусиите, вебинарите и обсъждането на различните добри практики, новини и предстоящи събития и много рекламни материали. Във facebook на проекта: Science Teachers in Europe участват повече от 20 800 потребители. Това е мястото, където най-бързо може да се уведомят за предстоящи събития, онлайн изяви, проекти и състезания. Тази информация, заедно с онлайн обученията на Европейската училищна мрежа могат да подобрят квалификацията ни и да открият нови хоризонти в начините на преподаване и използването на

различни платформи за презентации и онлайн обучения като Prezi, VISHub, Kahoot или да разгледаме мудъл уроците, качени в платформата и вече достъпни на всички европейски езици.

По време на EMINENT 2015 конференцията в Барселона един от основните говорители г-н Yves Veernaert, член на Експертната група за научно образование към Европейската комисия сподели: „За постигането на добри резултати е необходимо обучението по природни науки да започне от детските градини и да включва всички възрасти, всички социални групи, всички таланти и да няма деление на половете. Трябва да се обърне внимание на учене с изследване, на междупредметните връзки и придобиването на научни компетенции, както и на квалификацията на учителите. От особено значение е сътрудничеството между всички отговорни за образованието лица и споделяне на добри практики, като се обърне внимание на подготовката на бъдещите преподаватели и инженери“.

Според Марк Дурандо, изпълнителен директор на Европейската училищна мрежа имаме нужда от мотивирани, добре обучени и добре оборудвани учители по природни науки, които да се подготвят и да вдъхновят следващото поколение изследователи в Европа. Но за да мотивират учениците за изучаване на наука в училище и те по-късно да преследват научни кариери в живота, педагозите трябва да имат достъп до възможности за обучение с високо качество и за учене през цялата си кариера.

Литература

- [1] Gras-Velázquez, À., Joyce, A., Kirsch M. et al., Insight Report, Inspire: Motivating Students for Maths, Science & Technology using Learning Resources (2009), European Schoolnet; http://inspire.eun.org/images/2/22/Inspire_Report_final-insight-report.pdf
- [2] E. Gerard, À. Gras-Velázquez, Scientix: The new Internet-based community for science education in Europe (2010), ICERI2010 Proceedings, pp. 2385-2389.
- [3] <http://www.scientix.eu/web/guest>
- [4] <http://www.eun.org/about/eminent>

Вторичен анализ на връзката подход-умения и ролята на виртуалния експеримент в обучението по физика

Константин Илчев

Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Абстракт: В този доклад ще бъде разгледана връзката между отделни аспекти на обучението по физика и развиването на ученически умения. Тук представените резултати са формирани на базата на вторичен статистически анализ на данни от международното изследване TIMSS Advanced – Physics (2015), което проверява знания и придобити умения в края на гимназиалния етап. Акцентът ще бъде върху по-високите когнитивни равнища, което включва решаването на непознати и многостепенни проблеми в усложнен контекст. В допълнение ще бъде представен конкретен метод (виртуален експеримент) и ще бъдат коментирани неговите характеристики и въздействия на базата на лични наблюдения и обратна връзка от учениците.

1. Увод. Изследването TIMSS Advanced (2015)

Този доклад обхваща и допълва презентацията от 49-тата национална конференция по въпросите на обучението по физика. Темата на тазгодишното издание е ролята на физиката в STEM обучението, с акцент върху практическото му приложение в България. Този вид обучение цели да подготви учениците за решаването на сложни, реални проблеми. Идеята е да се повиши тяхната активност, да се задълбочи мисленето им и по този начин те да достигат по-високи когнитивни равнища. Това мотивира и темата на тази работа. Целта е да се провери дали конкретни аспекти на обучението (например приложените методи в час) имат статистически значима връзка с постиженията по физика в по-висшата когнитивна област.

Проучването TIMSS Advanced работи с извадки от девет държави (Франция, Италия, Ливан, Норвегия, Португалия, Руска федерация, Словения, Швеция и САЩ) и цели да изпълни условията за представителност [1]. Целевата съвкупност са от една страна ученици по физика в краен гимназиален етап (ISCED 3), покрили определено съдържание по физика (за детайли: [2]). В САЩ например извадката обхваща 165 училища и 2932 ученици [1].

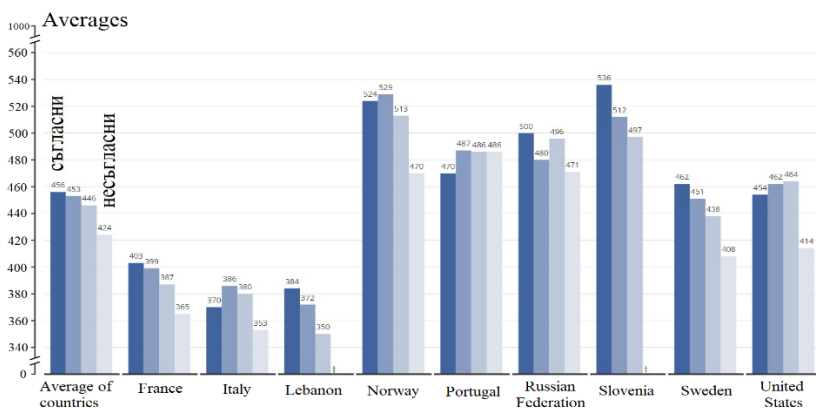
Учениците попълват тест по физика както и въпросник. От друга страна се анкетира техните учители и директори. Данните се съхраняват и анкетните въпроси се подреждат по категории. По резултат могат да се сравняват както отделните държави, така и конкретните стойности на даден признак, осреднено за всички държави. По-долу е даден пример.

Информацията от изследването задължително е съпроводена от два вида грешки – извадкови (стохастични) и други, свързани с интерпретацията на анкетните въпроси, непопълнени въпроси/задачи. Също играе роля социалната желателност и т.н. [3]. Друго ограничение на изследването е свързано с каузалността, т.е. с посоката на влияние. Анкетното проучване проверява знания и умения в момента на попълване. То не е експеримент и затова изследва взаимовръзки, а не влияния [3].

Резултатите от целия тест по физика се дават по основната скала (Overall physics scale), с интервал от 0 до 1000. Тя е съставена от три съдържателни подскали и е центрирана около стойността 500 [2]. Изследването обхваща и три когнитивни подскали с нарастваща трудност. Тук разгледаните постижения са измерени по когнитивната подскала „Reasoning“, свързана с висшите когнитивни умения [2].

2. Работа със софтуера IDE и примерен анализ

Подобно на SPSS и JASP, IDE е уеб-базиран инструмент, който обработва данни [4]. Разликата е, че няма достъп до суровите данни. Софтуерът използва специфичен алгоритъм [2] за обработка на първичните данни. Как се анализират връзки чрез програмата IDE?



Фиг. 1. Връзка *Разнообразни методи в час – умения на учениците*

Нека проверим работната хипотеза, че разнообразието на методи в час има статистически значима връзка с резултатите от областта „Reasoning“.

Програмата представя данните в табличен вид, след което информацията може да се визуализира (Фиг. 1). Най-вляво на фигурата са показани осреднените резултати за всички държави. Учениците оценяват следното твърдение: „Учителят ми използва разнообразни методи, задания и упражнения с цел да ни помогне с ученето.“ Всяка от четирите колонки съответства на отделен отговор – от тъмносино (съгласни) до светлосино (несъгласни).

Тук изглежда има статистическа връзка с постиженията на учениците. Това може да се провери посредством тест за значимост (t-test), автоматично вграден като опция в софтуера IDE (бутон „Significance Test“).

Резултатите (Фиг. 2.) показват, че е налична значима връзка, защото стойността на $p = 0,01$, което съответства на по-малко от 5%. Програмата ни дава и посоката на връзката. Това, което не ни дава е реалната големина на разликата между двете средни стойности.

Важно е да се отбележи, че този процес не може да се автоматизира изцяло и трябва да се внимава с интерпретацията на данните. Често се случва за конкретна държава и конкретен отговор на анкетен въпрос да има нисък процент отговорили. Това не е неочаквано и зависи от самия въпрос. На Фиг. 1. се вижда,

че Ливан и Словения не изпълняват изискванията за опцията „несъгласни“. Понякога този проблем може да се избегне чрез осредняване само на останалите 7 държави.

TIMSS advanced physics scale: reasoning (2015) scale, grade
 Difference in averages between variables, for Phy\agree\variety of teaching methods [PS3BP18M]
 Average of Countries, 2015

	Agree a lot (456)	Agree a little (453)	Disagree a little (446)	Disagree a lot (424)
Agree a lot (456)		x Diff = 3 (3.3) P-value = 0.3892	> Diff = 10 (4.0) P-value = 0.0102	> Diff = 32 (6.2) P-value = 0.0000
Agree a little (453)	x Diff = -3 (3.3) P-value = 0.3892		> Diff = 8 (3.8) P-value = 0.0483	> Diff = 29 (5.9) P-value = 0.0000
Disagree a little (446)	< Diff = -10 (4.0) P-value = 0.0102	< Diff = -8 (3.8) P-value = 0.0483		> Diff = 22 (6.1) P-value = 0.0003
Disagree a lot (424)	< Diff = -32 (6.2) P-value = 0.0000	< Diff = -29 (5.9) P-value = 0.0000	< Diff = -22 (6.1) P-value = 0.0003	

Фиг. 2. Статистическа значимост на връзката

3. Резултати

Следва представяне на резултатите от проведения анализ. По отношение на възможните променливи, изследването е изключително мащабно. То включва над 450 признака, разпределени по категории. Разгледани са около 100 анкетни въпроса. Предвид ограничения обем на доклада, статистически затруднения от гореспоменатия вид, темата на конференцията и личната преценка на автора (като действащ учител в гимназия), ще бъдат представени само някои от резултатите:

(Категория) Признак	Връзка с резултатите от висшата когнитивна област „Reasoning“	Стойност на „p“ (закръглено)
(Ограничаващи фактори) – според учители		
Обем на материала (ср. за 7 страни)	негативна	p = 0,04
Недостиг на време за подготовка	негативна	p = 0,01
Недостиг на средства (вкл. и технологични)	негативна	p = 0,002
Недостиг на сън (на учениците)	негативна	p = 0,004
Недостатъчни матем. знания	негативна	p = 0
(Подходи в класната стая) Насърчава се...		
...дискусия между учениците	позитивна	p = 0,03
...запаметяването на факти	негативна	p = 0,02
Учителят...		
...вярва, че мога да се справя с труден материал по физика	позитивна	p = 0
...ми дава интересни задачи/задания	позитивна	p = 0
...ме насърчава да решавам задачите докрай	позитивна	p = 0

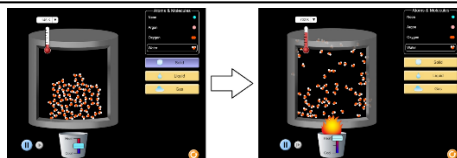
...прави връзки с вече познати концепции	позитивна	$p = 0$
...ясно комуникира смисъла и целта на всеки урок	позитивна	$p = 0,0001$
...ми задава въпроси, които ме карат да се замисля	позитивна	$p = 0$
...използва разнообразни методи (Роля на домашните работи)	позитивна	$p = 0,01$
Дали се оценяват	негативна	$p = 0,009$
Дали се възлага запомняването на формули и изчислителни процедури (Училищни ресурси)	негативна	$p = 0,003$
Наличие на лаборатория (ср. за 8 стр.) (Домашни ресурси)	позитивна	$p = 0$
Брой книги вкъщи	позитивна	$p = 0$
Собствен компютър (ср. за 8 стр.), игрова конзола	няма	
Собствен таблет	негативна	$p = 0$
Собствена стая (ср. за 8 стр.)	позитивна	$p = 0,0004$
Компютърът вкъщи се използва за достъп до ...		
... Учебници/уч.материали	негативна	$p = 0$
... Допълнителна информация (за разбиране)	позитивна	$p = 0$

Таблица 1. Резултати от анализа

Следват две допълнения. Първото е свързано с кариерното ориентиране на учениците в училище. Стриктно погледнато тук не е открита значима връзка с постиженията им, при стойност $p = 0,056$. Това е много близко до изборния от изследователите праг 0,05. На практика има ученици, които искат да чуят действащи експерти във физиката. Второто допълнение е свързано с факта, че IDE позволява да се търсят връзки не само въз основа на резултатите от теста. В контекста на STEM обучението и въпроса за конкретното приложение на методи, бе разгледан следния въпрос: „Има ли връзка между прилагането на разнообразни методи в час и заниманието с физика извън клас?“. Оказва се, че има връзка ($p = 0$). Виртуалните симулации и експерименти стават все по-популярни. Те разнообразяват учебния процес, а добре подбраните симулации могат да визуализират конкретни концепции.

4. Виртуални симулации в обучението по физика

На практика виртуалните приложения могат да се използват по три начина: за демонстрация, за отговарянето на концептуални въпроси и като класически експеримент, който по този начин може да се проведе и дистанционно. Тук представените впечатления се базират на втория случай – индивидуалното разглеждане на физично явление посредством симулация и насоки от учителя. Ще бъдат коментирани две упражнения – съответно в 9-ти и 10-ти клас (проведени на английски език в езикова гимназия, дистанционно). Симулациите са публикувани на сайта на PhET [5].

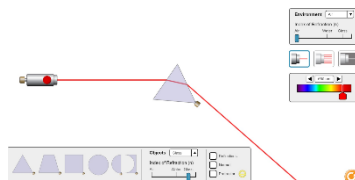


Фиг. 3. Движение на гравидните частици и температура

Първото задание визуализира микроскопичното движение на гравидните частици и неговата зависимост от температурата (Фиг. 3.). Онагледява се разликата между кинетична енергия на отделна частица и средна кинетична енергия. Тази разлика се подчертава със специфично подготвени въпроси в Google-формуляр, който учениците попълват успоредно с техните действия в симулацията.

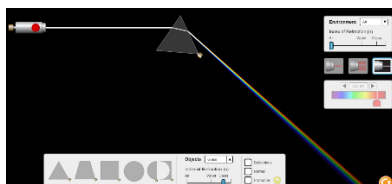
Този опит се проведе в четири паралелки. След упражнението, ученик/чка от едната паралелка започна да участва по-активно, със задълбочени въпроси. В друга паралелка пък ученик/чка попълни въпросите бързо и реши да продължи нагряването. Заданието приключи, но нагряването продължи. Учителят дискутира резултатите и премина към следваща тема, но ученикът/ученичката продължи да нагрява. При определена температура капакът на съда изхвърча и последва нещо, което може да се определи като конструктивен хаос – учениците бяха вдъхновени, за момент шумни. Откриха нещо ново, бяха проверили границите на симулацията (нещо, за което учителят не се беше сетил) и това автоматично отвори вратичка към дискусиата за налягане.

В 10-ти клас се разгледа дисперсията (Фиг. 4). Една от последните задачи бе учениците да изберат правилната графика на зависимостта *показател на пречупване-дължина на вълната във вакуум*. Въпреки сериозните трудности с графики, повече от 60% от учениците избраха правилния отговор. Друга задача бе писмено да опишат как

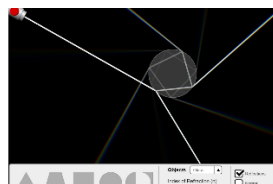


Фиг. 4. Оптика

биха манипулирали симулацията, за да се получи „дъга“ от пространствено разделени цветове (Фиг. 5). Ученик/чка се сети за двойната дъга и успя да я покаже на своите съученици (Фиг. 6). Това провокира дискусиата как и кога се образува дъга, какво е двойна дъга и защо се обръщат цветовете, приложение на ПВО и т.н. Десети клас попълни и анонимна анкета във връзка с упражнението. По-долу ще бъдат представени три въпроса, които биха могли да бъдат полезни.



Фиг. 5. Дисперсия



Фиг. 6. Двойна дъга

Първо, учениците споделиха дали предпочитат реалния експеримент или виртуалния. Почти всички (над 90%) биха предпочели същия експеримент с реален лазер и призма. Този висок дял вероятно се дължи отчасти и на дистанционното обучение, на което бяха подложени учениците през изминалите две години. Директната обратна връзка обаче разкри и искрения им интерес към реалните явления и същността на заобикалящата ни природа.

Получи се абсолютно равно разпределение по отношение на въпроса дали инструкциите са им били достатъчни или прекалено насочващи (и отчасти излишни). Макар и да изисква малко повече работа, учителят може да подготви и предложи за избор две версии – една стандартна и една по-трудна за самостоятелните ученици.

Третият въпрос беше отворен и учениците имаха възможността да споделят какво според тях липсва в часовете по физика. Направи впечатление именно желанието да изслушат външни експерти по физика и инженери. Имаше желание и за повече изобретателна работа по групи.

5. Заключение

Основната цел на този доклад е да се събере и представи информация, както и да се ориентират заинтересуваните в такива анализи читатели. TIMSS Advanced ще се състои и в бъдеще. Според автора някои от резултатите си струва да бъдат разгледани по-подробно чрез експериментално или квазиекспериментално проучване в класната стая с цел да се провери по-надеждно дали има влияние. Правят впечатление някои негативни зависимости – когато обемът на материала е прекалено голям и/или липсва време за подготовка и/или не достигат учебни средства. Проблемът с недоспалите ученици е сериозен. Изискването за запаметяване на факти в час и къщи, както и самото оценяване на домашни работи също има негативна връзка с резултатите от областта „Reasoning“. Открити са и позитивни връзки – когато се насърчават дискусии между учениците, решаването на задачи докрай, ясното комуникиране на целите и смисъла на всеки урок, задаването на задълбочени въпроси и т.н. Прави впечатление и корелацията с броя на различни методи, които се прилагат в час.

6. Благодарности

Този доклад се осъществи с подкрепата на ФНИ при Софийския университет, номер 80-10-142/26.03.2021.

7. Литература

- [1] Provasnik, S., Malley, L., Stephens et al., Highlights From TIMSS and TIMSS Advanced 2015. U.S. Department of Education, NCES. Washington, DC. (2016)
- [2] Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.). TIMSS Advanced 2015 Assessment Frameworks. TIMSS & PIRLS International Study Center. (2014)
- [3] https://nces.ed.gov/training/datauser/IAPS_05.html, 05.2021
- [4] <https://nces.ed.gov/surveys/international/ide/>, 05.2021
- [5] <https://phet.colorado.edu/>, 05.2021

Разработване на i-STEAM учебно съдържание от област на компетентност „Механика на течности“

Елизабет М. Иванова^{1,2}, Гинка К. Екснер^{2,3}

¹163 ОУ Черноризец Храбър, ул. „Обиколна“ 36, София 1592

²Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“, ул. „Джеймс Баучер“ 5, София 1164

³Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, ул. „Цар Асен“ 24, гр. Пловдив 4000

Абстракт: STEM обучението предлага основа за изграждане на нов тип цялостен, интегративен подход в обучението. Трансферирането му в училищна среда е свързано с подходяща адаптация, която в редица научни публикации е възприета като i-STEAM. Този подход подпомага активното учене, при което учителят и учениците имат нови роли. Учителят е наставник и помощник, а учениците са фокуса на работата в класната стая. i-STEAM изисква промяната на всички компоненти на обучението: обзавеждане и научна апаратура, обособяване на работни места, наличие на възможности за стимулиране на креативността и др.

Въпреки необятните по същество възможности на i-STEAM, прилагането на метода в реалната всекидневна образователна практика е свързан с предварителното решаване на някои въпроси. Един от тях е разработването на подходящо учебно съдържание.

В настоящата работа се предлага учебно съдържание за i-STEAM от област „Механика на течности“. Изработването на хидравлично задвижвана механична ръка с подръчни материали е ядрото на предлаганото съдържание. В процеса на работа се изясняват физичните понятия налягане, хидростатично налягане, свиваемост на течности, като се достига до уравнението на Бернули. Подбраната тема разкрива богати възможности за връзки с математиката, биологията, медицината, химията и други науки. Учениците могат да свържат темата, с принципа на работа на сърцето и кръвоносната система, и с кръвното налягане, което измерваме. В помощ на процеса на разбиране идват и реалните технологични приложения от ежедневието – хидравлични помпи, хидравлични амортизатори (за мебели или автомобили). Важен аспект на работата е също възпитаване на креативността с дискусия върху бъдещи възможни приложения като роботика и нанотехнологии.

1. Въведение

Компетентностите за живот и работа през 21-ви век изискват многостранни способности. Някои от най-ценените са логическото мислене, преносът на знания от една област в друга и използване на причинно-следствени връзки. Ролята на педагогическите специалисти е да намерят подходящи методи и техники, които да позволят достигането на необходимото ниво на компетентност. I-STEAM (*integrated science-technology-art-mathematics*) [1] дава много и разнородни възможности.

Методологическите и логическите аспекти на учебното съдържание излизат на преден план и включват общонаучни понятия, които използват системно-структурния подход, за да подпомогнат овладяването на тези понятия. Използва се подход, който да грабне вниманието на учениците и да ги предизвика да искат да научат нещо ново, за да могат да проявят творчество и да създадат продукт – помощник в ежедневието.

Прилагането на i-STEAM в реалната всекидневна образователна практика е свързан със създаването на подходящи обучителни ресурси. Настоящата разработка използва системно-структурен подход на работа, като включва примери за връзки между природните науки и акцентира върху обвързаността им с ежедневието и реалния практичен опит. Учебното съдържание стартира от предмета „Физика и астрономия“ и по-конкретно от област на компетентност „Механика на флуиди“ и предлага i-STEM подход чрез разработване на механична ръка. Това позволява в хода на работа да се изяснят и общонаучни понятия и факти и да се направят генерични връзки с бита и всекидневния опит на участниците.

2. Технология и методика на работа

Промяната на ролите и взаимоотношенията в класната стая, както и на начина за достигане до знания, печели вниманието на учениците. Този подход ги предизвика да искат да научат нещо ново, да проявят креативност и да създадат свое собствено решение/продукт.

Учителят може да се вдъхнови за създаване на i-STEM обучителни ресурси от идеи в интернет, както това се случи и с настоящата работа [2]. С помощта на настоящата разработка могат да бъдат въведени или затвърдени знания за основни физични величини, такива като налягане [3]:

$$p = F/A, \quad (1)$$

където F е силата в Нютони, а A е площта в квадратни метри.

Дефинирането на величината може да се свърже и с езикови знания, като се обсъди какво се крие зад буквени означения: p – *pressure*; F – *force*; A – *area* от думите в английски език.

Величината налягане дава възможност и за надграждане на базовите знания. Например може да се въведе дименсионен анализ и да се направи връзка между основните единици от системата SI с приетата единица за налягане Паскал, както и вътрешнопредметна връзка с раздел механика (динамика на твърдо тяло):

$$[Pa] = [N]/[m^2] \quad [N] = [kg][m/s^2] \quad (2)$$

Предварително подготвени лесни, но нагледни примерни опити, които учениците сами изпълняват, създават условия за активна работа. Именно този тип изследователски дейности способстват за трайното запомняне на изясняваните понятия.

Такива опити могат да служат и за връзки. Например експерименти за изследване на налягането могат да бъдат: 1) две спринцовки едната запълнена с вода, свързани с маркуче. Упражняването на натиск върху буталото на едната спринцовка причинява движение на буталото на другата и преместване на теч-

ността; 2) прозрачна торбичка, запълнена с вода в която се правят отвори. Наблюдава се, че течността образува еднаква струя от всички посоки; 3) бутилка от безалкохолна напитка от 2 литра запълнена с вода, в която се пробиват отвори. Наблюдава се разликата в струите между по-високо и по-ниско разположените отвори. Неусетно от дискусия свързана с налягането, може да се премине към ролята на вида на течността върху резултатите. Учениците биват въвлечени в мислени експерименти, свързани със замяна на течността с друга течност или газ. Учениците могат да бъдат предизвикани да анализират приликите и разликите между другите агрегатни състояния. Може дори да се включи и идеята за скачени съдове – това са два или повече съда, свързани помежду си така, че течността, налята в един от тях да преминава в останалите и даваме пример с чайник и/или лейка.

Така в процеса на работа може да се превключва вниманието от една към друга величина или идея. Например след изясняване на ролята на течността и особено на нуждата тя да не си променя плътността по време на работа т.е. тя да е несвиваема ($\Delta\rho/\Delta p = const$), на базата на експеримента с торбичката, може да се „изведе“ принципа на Паскал. Ако този принцип вече е въведен, то учениците могат да бъдат помолени да го изкажат, като "Налягането, приложено върху затворена в съд несвиваема течност (флуид) се предава без изменение във всички точки от течността“ т.е. $p = const$. Чрез тези активности насочваме вниманието им към възможността да предадем налягане на разстояние т.е. да задвижим пръстчетата на ръката, която предстои да бъде изработена.

Гъвкавостта и спецификата на i-STEM позволяват постепенно да се достигне и далеч по-високо ниво на познание, т.е. да бъде надграждано, като се достигаме до уравнението на Бернули [4], в контекста на движение на водата в свързващите спринцовките маркучета:

$$p_0 + \rho gh + \rho v^2/2 = const, \quad (3)$$

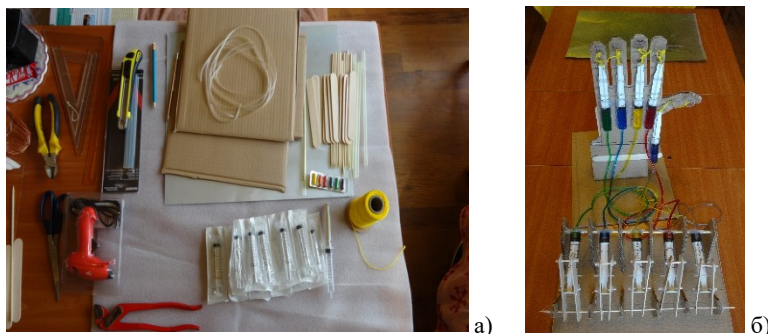
където p_0 е статичното налягане, (ρgh) е хидростатичното налягане, а $(\rho v^2/2)$ е хидродинамичното налягане. За изясняване на идеята за всеки от членовете в уравнението е добре да се направи връзка с ежедневието. А съпътстваща задача може да предизвиква „мозъчна атака“ за припомняне – къде в нашия живот се прилагат и използват законите на Паскал и Бернули. По този начин се прави и връзката с инженерните науки, като недвусмислено се показва ролята на фундаменталните науки – както при разработването на технологии, така и за процеса на разгадаване на природата. Може да се достигне и до темата за намаляване на загубите на питейна и разумно използване на енергийните източници. Чрез подходящо насочване на разговорите, учениците достигат до ролята и начина на действие на водонапорна помпа, водна кула или гравитачно напояване.

Всъщност съобразно интересите на учениците, водените дискусии могат да получат съвсем различен облик. Чрез „мозъчна буря“ може да се достигне до съвсем други инженерни и технологични аспекти на приложението на налягането – в метеорологията (циклони, торнадо, бури), при конструирането на измервателни уредите, да се говори за някои механизми. Важно тук не са самите примери, а отделеното време за връзката между физичните величини и живота ни.

Разликата между хидростатично и хидродинамично налягане може да са обясни с помощта на налягане в кръвоносните съдове на човешкото тяло. Може

да се измери кръвното налягане на желязученик, при което се констатира две характерни граници. За да се изясни смисълът им, се прави връзка с биологията или по-точно с функцията и начина на работа на сърцето – като помпа. На този етап се прави и аналог между сърцето и хидравличните помпи. Самите стойности се дефинират като хидродинамичното налягане (високата стойност), упражнено от мускула на сърцето при изтласкване на кръвта, и остатъчното (хидростатично) налягане при релаксиране на сърдечния мускул. В процеса учениците могат да бъдат насочени да потърсят филмов или друг материал в интернет, който да им помогне да разберат процеса на работа на сърцето [5]. Разбира се, разговорите могат да се насочат и към разликите в налягането в съдовете например (знаем, че налягането в крака при прав човек е с около 100 mmHg по-високо от това при сърцето) и да се направи връзка със здравния статус [6]. Отново следва да се подчертае, че дискусиите не следват точен сценарий. Тяхната роля е само да се отдели достатъчно време и внимание за създаване на логически връзки между целевите понятия и явления така, че те да бъдат разбрани и запомнени трайно.

След изясняване на важните за процеса на работа величини, принципи и технически детайли, които на практика имат ролята на „гестващи“ отделните механични елементи на крайния продукт, може да се пристъпи към работа. Учениците работят в малки групи, на които се дава пълна самостоятелност на работа. Учителят тук е само съветник и помощник. За целта е необходимо предварително да се подготвят всички необходими материали за работата, както и създаването на детайлни и подходящи инструкции за последователността на работа.



Фиг. 1. Снимка на изработен по време на i-STEM обучение макет на хидравлично-задвижвана ръка.

На Фиг. 1а е дадена снимка на подготовения комплект за работа на всяка от групите. В комплекта са предвидени възможности за проява на креативността – дадени са различни картони, бои и др. Инструкциите за работа могат да бъдат в писмена форма, но за някои по-сложни елементи на сглобки, връзки или др. могат да бъдат подготвени и видео-инструкции. В нашата работа бяха изработени и двата вида инструкции. Те всички бяха подготвени така, че дори да позволят модификации в техническо изпълнение на задачата. Целта е една – в процеса на работа да се появят възможно най-голям брой въпроси и ситуации, чието решение изисква разбиране на основните понятия, нужда от допълнителни знания и

придобиване на практически умения.

На Фиг. 1б е представена вече изработената хидравличната ръка. Всъщност изборът ни беше именно ръка, за да може да се направи препратка към роботиката и медицината на бъдещето [7]. Тя ни помогна да обясним, че с подходящи стимули (мозъчни сигнали) може да бъде задвижена протезирана ръка, която би изпълнявала функциите на нормална ръка (Фиг. 2). Идеята за командване от разстояние може да се използва и за връзка с нанотехнологиите, както е въведена от Файман [8]. Например, ако с нашите ръце успеем да командваме „кукла на конци“ с малки размери, а куклата на конци може да задвижва помалка от себе си „машинка“, като процесът продължи до машинка с размери от порядъка на 10^{-9} метра, то ние ще сме в състояние да създадем нанороботи. Те могат да се използват при лечение на заболявания или за нов тип операции.



Фиг. 2. Връзка между създадения модел на механично задвижване на ръка и работа на протеза [7].

В края на i-STEAM урока е добре да се затвърдят знанията чрез стимулиране креативността на учениците. Например - те могат да се опитат да предложат други модели или приложения, които се базират на изучените величини и закони, които могат да намерят и реално приложение в практиката. Дава се и възможност за размисъл какво трябва да се направи, за да се стигне до комерсиализация на подобен продукт – какво казва нашето законодателство, за да може един продукт да се предложи на пазара.

3. Заключение

В настоящата работа е описано създаването на i-STEAM учебно съдържание в областта „Механика на течности“.

Подбраната тема разкрива богатите възможности на i-STEM обучението за демонстриране на връзките между фундаменталните науки, приложните науки, инженерството, технологиите и нашето ежедневие. Така се изгражда цялостна представа за връзките между науката и практиката и да се прави мост към бъдещето.

Смятаме, че включването на системни представи в учебните програми, които да са изградени върху философията на i-STEAM обучението, ще подпомогне формирането на системното мислене у учащите се, а това ще доведе до успешно изучаване на конкретното учебно съдържание в училище – както по дадения предмет, така и да се разпознава и използва междупредметната връзка. И не на последно място – да се разбере от учениците, че науката винаги се импле-

ментира в практиката в полза на хората. Използването на i-STEAM уроците и работата в екип спомага и за повишаване на емоционалната интелигентност и изгражда необходимите умения, познания и отношения у учениците за тяхната успешна реализация в съвременния свят, като ги ориентира в неговата сложност, многообразност и взаимосвързаност.

4. Литература

- [1] G. H. Roehrig, E. A. Dare, E. Ring-Whalen, J. R. Wieslmann, Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum, *International Journal of STEM Education*, vol. 8, art. № 2. (2021); doi: 10.1186/s40594-020-00259-8
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=vh61rz34dwI>
- [3] Е. Златкова, Г. Дянков, К. Янакиева, *Физика и Астрономия – учебник за 9. клас за профилирано и професионално образование с интензивно изучаване на чужд език*, Анубис, София (2018)
- [4] Д. Джанколи, *Физика – I. част*, изд. Мир (1989)
- [5] <https://www.youtube.com/watch?v=IS9TD9fHFv0>
- [6] <https://bg.howtodoiteasy.com/10438-what-causes-hydrostatic-pressure-in-blood-vessels-49>
- [7] <https://www.youtube.com/watch?v=doSynaDdEBA>
- [8] R. P. Feynman, *There's Plenty of Room at the Bottom*, *Engineering and Science*, 22–36 (1960).

Решаване на евристични задачи с конструкция на „Фонтан на Херон“ от пластмасови бутилки

инж. Николай Цонев¹, Калин Ангелов²

¹СУ „Евлоги Георгиев“, гр. Тръстеник

²СУ „Св. Кл. Охридски“ – Физически факултет

Абстракт: Разработката на конструкцията на „Фонтан на Херон“ от пластмасови бутилки за рециклиране, като СТЕМ – проект стартира като опит да изследваме влиянието на интензивната експериментална и инженерна работа на учениците върху интензивността на вниманието им и способността за концентрация.

Използвахме чисто „психологически инструмент“ – методът на коректурната проба. Установихме, че вместо да се наблюдава умора и липса на концентрация „след работа“ се наблюдава запазване, а в някои случаи дори повишаване на вниманието. С цел по – висока обективност на резултатите сред учениците бяхме включили и такива в риск (с ДЦП, аутизъм). Обяснението на този психологически феномен потърсихме в игровия подход към работата и разнообразието на дейности, които извършиха учениците (събиране на бутилки, сглобяване на прототипи, измерване времето на работа). Все пак оценката ни страдеше от известна едностранчивост – използвахме чисто психологически инструмент и прости математически измервания, а не анализирахме способностите им за решаване на конкретни евристични задачи с изследвания обект.

На база всичко изложено дотук вниманието ни се насочи към създаване на евристични задачи, свързани с конструкцията на така сглобения „Фонтан на Херон“, които да се използват за анализ на креативността на учениците „преди“ и „след“ създаване на постановката. Така математическите измервания няма да са прости математически стойности, а инструмент за анализ на интегралните закони при работата на фонтана. Така се създава предпоставка за затваряне кръга от взаимовръзки в този СТЕМ – проект. В началото се разглежда въпросът за необходимостта от рециклиране (Science – Екология). След това се предлага повторно използване на бутилките в технологични продукти от Механиката (Technology), а след конструирането на постановката от учениците, се решават подготовените от нас евристични задачи. Тези задачи ги предлагаме два пъти „преди“ и „след“ конструирането на изделието, за да оценим дали работата на учениците е била свързана с осмисляне на взаимовръзките в конструкцията. Създаването на правилната логическа схема на фонтана и решаването на конкретните евристични задачи реализира предимството на СТЕМ-подхода за интегралното използване на знанията от природните науки, инженерството и математиката.

1. Увод

Евристиката[1] е понятие, свързано с подходите и пътищата за вземане на решения. По-общо казано: Евристиките са кратки пътища, по които умът ни прави заключения, когато не разполага с достатъчно информация или време, в моменти на несигурност или за да спести ресурси. Те могат да са ни полезни в много ситуации, но понякога водят до когнитивни грешки или предубеждения.

Най-общо евристиката е наука за откривателството, а евристичните подходи – пътищата за откриването.

В последно време, в научните среди, под влиянието на авторитета на Канеман и Тверски, се акцентира на някои често наблюдавани ефекти:

Ефектът на закотвянето. Разчитане до голяма степен на първата информация, която получим за дадено събитие или обект.

Евристика на представителността. Оценяване на вероятността дадено събитие да се случи по това колко правдоподобно ни звучи или вероятността един обект да принадлежи към дадена категория на база на това колко типично за категорията ни изглежда описанието му.

Тези и други подобни механизми за преценка са ценни, защото благодарение на тях спестяваме време и усилия. Но има случаи, в които е добре да им обърнем внимание и да обмислим дали това е най-правилната преценка. Както забелязваме евристиката е свързана основно с начина на мислене и формирането на изводи. Тя обединява множество от съзнателни и подсъзнателни анализи, които бихме могли да използваме за оценка на нечия работа.

При всички случаи използването на евристични задачи се оказва добър критерий за интегралните знания на учениците в областта на природните науки, инженерството и математиката. Основна трудност е намиране на конкретен обект, мобилизиращ знанията от всички тези науки, за да бъде осмислен и правилно анализиран.

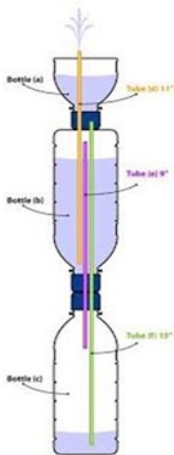
Ние предлагаме в нашата разработка такъв обект да е постановка „Фонтан на Херон“.

2. Изложение

Опитната постановка „Фонтан на Херон“ е устройство, изобретено от Херон, което се състои от струя флуид (вода), която се поддържа от резервоар с флуид. Фонтанът е построен така, че височината на струята надхвърля височината на флуида в резервоара, привидно в нарушение на принципите на хидростатичното налягане. Устройството е съставено от отвор и два съда, разположени един над друг. Средната кана, която е затворена, е напълнена с течност, а няколко канюли (малки тръбички за придвижване на флуиди между съдове) свързват различните съдове. Хванатият в капан въздух в съдовете поражда водна струя през накрайника, изпразвайки водата от средния резервоар.

Изработването му от рециклирани бутилки подпомага часовете по „Химия и опазване на околната среда“, чрез предоставяне възможност за повторно усвояване на пластмасови изделия, които са сред основните замърсители в природата. Конструирането на постановката в часовете по Технологии в 6 клас помага учениците по-лесно да осмислят и възприемат понятията повърхнина и обем на цилиндър, които се изучават по математика.

Математиката и Технологиите в този етап са частично засегнати, но с ключова роля. Чрез малкото, но важни изчисления (дължина на свързващите конюли, средно време на работа, изчисляване на грешките при измерванията) [2], които са нужни за изработването на фонтана, децата подобряват уменията си и



Фиг. 1

откриват практичната и полезна страна на математиката. Самата изработка и функционалността на фонтана пък е свързана с осъзнаване на ролята на технологиите, използването на творческо мислене и въображение. Психологическите наблюдения в началото на нашия идеен проект бяха в основата на експеримента, защото целяха да покажат как децата от рискови групи могат да работят ефективно с деца в норма.

Творческото прилагане на взаимодействието между посочените науки се отразява положително върху формирането на функционалната грамотност[3] и е добра основа за постепенното развиване на структуралната и многофакторната грамотност. Защото в бързо развиващото се време и епоха е важно да се създадат необходимите компетенции и умения за устойчиво учене, гъвкавост и приложимост на знанията в ежедневието чрез прилагане активно на конструктивисткия подход в обучението.

В хода на нашия експеримент използвахме чисто психологически инструментариум за изследване на внимание и памет – „коректурна проба“, наблюдение, фонтан на Херон. Коректурната проба е направена два пъти. Веднъж – преди да направим експеримента с фонтана на Херон и втори път – след това, за да се проследи промяната във вниманието на учениците и дали успяват да се концентрират за по-дълго време.

В експеримента се включиха 50 ученици от прогимназиален и гимназиален етап, някои от тях, с проблемно поведение (вербална и физическа агресия), ученици от 5, 6,7, 8 клас със СОП и проблемно поведение (Аутизъм, ДЦП,) и 50 ученици в норма от 7, 8 клас. Първоначално учениците бяха запознати с теорията, естеството на задачите и дейността, след което пристъпиха към практическата дейност и реализирането на проекта.

Проектът бе реализиран в 3 етапа:1. Събиране на материал, от който се изработват прототипите – в случая пластмасови бутилки от минерална вода, които, вместо да се изхвърлят, се сортираха по размер и се подготвиха за изработване на прототипите на „Фонтан на Херон“; 2. Изработване на прототипите на фонтана в работилницата по Технологии от учениците под ръководството на учителите по Технологии и преподавателя по Математика и физика; 3. Измерване на математическата зависимост между времето за работа на фонтана и количеството течност в средния съд – чрез 50 експериментални измервания от учениците и учителя по математика и физика. В измерванията се използват прототипите, изработени от учениците. В този етап се реализира и психологическият експеримент дали има умора и намаляване на вниманието у учениците след работа. Казано най-общо, вниманието е съсредоточеността на съзнанието върху определен обект. Резултатите от изследването показаха, че интензивната експериментална работа не влияе негативно върху вниманието чрез натрупване на умора.

Така възникна идеята в екипа, осъществил проекта до този момент, да се подготвят „евристични задачи“, които да измерват как интегралната работа върху проекта влияе върху способността на учениците да решават практически задачи.

3. Евристични задачи

В контекста на прилагането на СТЕМ - подхода на проекта, логично е решението на екипа да раздели задачите по направление на приложение – Наука, Технологии, Инженерство и Математика. Предпоставка за успешното изпълнение е решаване на тези задачи е принципа на екипната работа по време на експе-

рименталната работа в часовете по природни науки и Технологии.

Евристични задачи в раздел „Наука“

1. *Защо не работи постановката?* – След конструиране на постановките в часовете по технологии, екипите си разменят „произведените“ от тях фонтани и оценяват къде е проблема в конструкцията на другия екип, заради който фонтанът не работи. Задачата завършва с избор на материали за решаване на проблема измежду обзавеждането на работилницата по Технологии – конюли/сламки, нови бутилки или пистолет за горещ силикон за изолиране на връзките.

2. *Как да стартираме фонтана?* – Какво е минималното количество течност в горния съд, за да се стартира работата на фонтана.

3. *Чия функция е времето за работа на фонтана?* Поставя се въпроса: количеството течност в долния съд, което променя обема/ налягането на затворения въздух или напортив течността в средния съд, която се изтласква на върха на фонтана чрез компресирия въздух определят продължителността на работа.

Критерий за ползата на проекта за осмисляне на основните знания по физика и математика, а също и конструкторските умения по Технологии могат да бъдат единствено комплексни задачи, обхващащи извършената работа, направените наблюдения и не на последно място действието и валидността на основните закони от физиката. Такива задачи предлагаме по-долу като са разделени по раздели на приложение. Това ги детерминира в кой момент от реализацията на проекта могат да бъдат поставяни: Напр. Задачите от раздел „Инженерство“ в момента на конструиране на постановката, а от раздел „Математика“ в момента на анализ на параметрите в края на проекта. Така създаваме условия за измерване на напредъка в знанията на учениците в процеса на работа на този СТЕМ- проект. Този подход е най- адекватен именно поради сложния набор от интегрални и интердисциплинарни знания налични при всеки СТЕМ- проект[4].

Евристични задачи в раздел „Инженерство“:

1. *Диаметърът на свързващите конюли/ тръбички на какво влияе?* – Поставя се въпросът Диаметърът на свързващите конюли/ тръбички влияе ли на времето на работа или само на височината на стълба течност, изстрелвана на върха на фонтана?

2. *Отвор за нулиране/изправане на фонтана?* – Възможно ли е техническо решение за осигуряване на пробка за изправане на фонтана щом той е конструиран от пластмасови пластични бутилки?

3. *„Подгряване на фонтана“?* Как ще повлияе загряването на фонтана върху продължителността на работата му?

4. *„Калибриране на фонтана“?* Как ще броя стартирания на фонтана върху продължителността на работата му или дори върху способността му за стартиране? Неизбежно средния съд ще се препълни при неколккратно стартиране, а това ще доведе до запушване на „въздухопроводната тръба“ между долния и средния съд. Тази ситуация налага принудително изправане на течността от съдовете чрез натиск върху долния съд. Така използваме способността на пластмасовите бутилки да променят формата си. Този метод води до промяна и на обема затворен въздух, а оттук и до промяна времето на работа на фонтана, така че отново се налага замерване “продължителността на работа през определен брой стартирания. Така през определен период на работа се налага да се обърнем към чисто математическия инструментариум за „калибриране на фонтана“.

Евристични задачи в раздел „Математика“:

1. *Колко процента свободен от течност среден съд е оптималния вариант за работа?* – Поставя се въпросът Диаметърът на свързващите конюли/ тръбички влияе ли на времето на работа или само на височината на стълба течност, изстрелвана на върха на фонтана?

2. *Свързването на два фонтана с преходна конюла сумира ли времето на работа на фонтаните?* – Свързването каскадно на два фонтана с преходна конюла сумира ли времето на работа на фонтаните или трябва да се приложи принципът на обединение на множества по подобие на диаграмата на Ойлер-Вен?

Тези задачи имат и своето конкретно време на поставяне в процеса на изпълнение на проекта. Задачите от раздел „Наука“ се поставят в началото на изпълнението на проекта – те имат за цел да оценят способността за оценка на конструкцията на чисто теоретично ниво (на база познаване на основните физични закони, изучавани в училищния курс по физика). Задачите от разделите „Инженерство“ и „Математика“ се поставят след процеса на конструиране на прототипа, когато учениците са придобили мануална и експериментална опитност да боравят с материалите на конструкцията (пластмаса, горещ силикон, еластични и нееластични конюли и сламки и наблюдаване механиката на движение на течността). Така може обективно да се оцени ползата от изпълнението на проекта за развитие на когнитивните процеси при учениците.

4. Заключение

Така представените задачи имат за основна цел да създадат интерес сред учениците, но и да бъдат критерий за оценка ефективността от прилагане на STEM-проектите в училищното образование.

По подобие на представения проект може да се изгради методика за оценка чрез евристични задачи по раздели за всеки отделен проект, а предложените задачи са добра основа за осмисляне на проблема.

5. Литература

- [1] В. Пушкин, Евристика – наука за творческото мислене, София: Наука и Изкуство, 1981;
- [2] инж. Н. Цонев, Т. Валериев и др., „Експериментална постановка по физика – Махало и лостови системи“, сп. „STEM в България, Европа и света“, бр.3/2020;
- [3] Ж. Райкова, Научната грамотност и някои възможности за формирането ѝ в обучението по физика в средното училище, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Научни трудове – „Методика на обучението“, том 45, кн.2, УИ „Паисий Хилендарски, 2008;
- [4] Ivelina Kotseva, Engineering design-based learning in integrative STEM education, Science, Engineering & Education, 4, (1), 2019, 62-67

Физика, експерименти и ... творчество

*Пенка Василева
ПГПЗЕ "Захарий Стоянов", гр. Сливен*

„Винаги съм отдавал голямо значение на начина, по който се поставя и провежда експериментът.... експериментът трябва да е настроен така, че да отваря възможно най-много прозорци към непредвиденото“

Фредерик Жолио-Кюри

Абстракт:

Много често си задаваме въпроси. Защо сме толкова любопитни?

Любопитството и стремежът към знания са движеща сила в развитието ни. Ние непрекъснато се опитваме да видим невидимото, да чуем беззвучното и да докоснем нереалното. Може би това е същността на физиката. Физиката, която е мостът между познатото и непознатото, предизвикателството, което ни води да задаваме въпроси и да търсим отговори. Следваме неписани закони, изучаваме със сетивата си, търсим уреди, пособия, опитваме се да усъвършенстваме всичко около себе си.

Физиката е наука, която вдъхновява и провокира малки и големи изследователи да търсят отговори на вечните въпроси.

Важно е децата ни да бъдат обучавани чрез методите на науката, технологиите, инженерството и математиката (STEM). Да участват в експерименти и проекти, да дават идеи, да прилагат наученото, да преживяват.

Изложение

Физиката е наука, като не може да се преподава само с лист, химикал, маркер и бяла дъска. Колкото и цветни илюстрации, схеми, обяснения и любопитни факти да има в учебниците, то без опити (експерименти) всичко изглежда незавършено, нереално.

В днешно време акцентът в обучението по физика е в използването на проектен, проблемно-базиран, иновативен (иновационен), STEM и експериментален метод. Търсят се допирни точки на различни науки. Целта на съчетание и използване на различни методи на работа е постигане на природонаучна грамотност. Експерименталната физика всъщност използва два основни метода за експериментални изследвания – контролиран експеримент (в лаборатории) и естествен експеримент (небесни обекти, астрофизика – действителните променливи не могат да се контролират).

С теорията, която учат учениците не могат да си обяснят реалните физически процеси в света около тях. Не могат да си обяснят природните явления, процеси, не получават отговор на любопитните си въпроси. Затова спират да питат, стават незаинтересовани, апатични, инертни.

Експериментът служи за проверка на истинността на твърдения, до които е достигнато теоретично по дедуктивен път, по аналогия, чрез потвърждаване или отхвърляне на хипотези. Експериментът служи за развиване на способности

(планиране, представяне, обяснение, моделиране) и формулиране на проблеми. [1]

Методиката, която изисква от учениците креативност, активност, самостоятелност, творчество и логическо мислене се основава на принципа на проблемността. Т.е., когато поставяме задачи на ученика ние поставяме на вниманието му проблемна ситуация. За да се формира определен проблем, и да го реши, то всеки ученик трябва да изпълни поредица от задачи:

- изследване на основни формули и закони за конкретния проблем;
- проектиране на опитна постановка;
- конструиране на опитна постановка;
- самостоятелно развиване на определена последователност от действия при измерване и наблюдение;
- изчисление и изчислителни операции;
- подреждане на получените данни в таблици;
- анализ на получените резултати;
- оценка на получените резултати;
- формулиране на изводи и заключения.

Ученическите експерименти могат да се преведат по различен начин – фронтално, разпределени по групи, под форма на физичен практикум или в домашни условия. При домашните експерименти ученикът използва уреди и материали, които има в къщи. Не се използват специални уреди. Като цяло в учебниците на учениците се използва индуктивния подход, така учениците преодоляват абстрактността на физичните понятия и закони. Чрез конкретни примери и опити се формират ярки следи в образната им памет. Така по пътя на частното (конкретното) се формират физични изводи и закони, които са илюстрирани чрез математически формули. При демонстрационните опити се търси основно познавателния ефект в качествена форма, докато лабораторните опити са средство на познание, но от количествен характер [1].

Учениците имаха за домашна работа да проведат експеримент върху изучения материал направеният опит и да го представят пред останалите. Всяко дете се постара да даде всичко от себе си, изпълнявайки поставените задачи прецизно, в срок. Всички задачи бяха представени чрез клип или презентация, учениците бяха учени, артисти и експериментатори едновременно. Реализирано бе прилагане на изучените закономерности в практиката. Да заснемат домашен експеримент, който са направили в къщи, да обяснят.

Физичният учебен експеримент има не само познавателни, но и нравствени функции. Формира, възпитават и развива знанията, уменията и мисленето на учениците. Физичният експеримент е източник на знания, критерий за вярност на хипотези и теории, мост между знанията и реалния живот (техника, производство, ежедневието). В обучението по физика теорията и експеримента са еднакво важни. За разлика от научния експеримент физичният експеримент е ограничен във времето, опростен е технически, отговаря на много методически изисквания и дава само качествени резултати. Всичко това не го прави по – малоченен от научния експеримент, а напротив дава своя принос за усъвършенстваност на учебния експеримент.

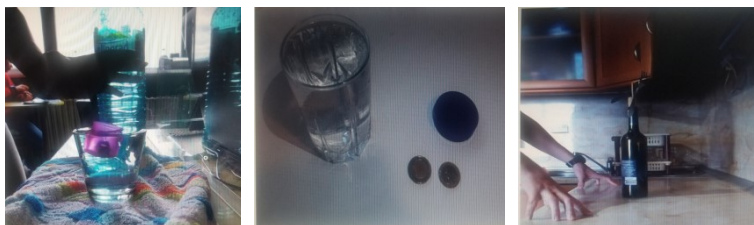
Физиката е фундаментална наука, наука за природата, не е нито теоретична, нито експериментална наука. Връзката между теорията и природата е експериментът, той открива факти, сведения, знания, измерва и доказва закономернос-

ти и явления.

Недостатък на обучението по физика е използването на физическия експеримент само при изложение на новите знания, но не и като текуща проверка на знанията и уменията на учениците. Затова реших да използвам това и да задам задача, с която да оценя учениците. Всеки ученик получава своята задача и трябва да мине през всеки етап от следната схема (Фиг. 1):



Фиг. 1. Етапи при провеждане на експеримент



Фиг. 2. Моменти от работата на учениците

Добре избраните, интересни и увлекателни опити „грабват“ ученика. На учениците се поставя ясна и конкретна цел и се очаква от тях краен продукт – компютърна презентация, видеоклип и задължително представяне на опита на хартия – тук ясно проличава тяхното творчество.



Фиг. 3. Експериментите на хартия

Живеем в едно динамично, бързо развиващо се общество. Дигиталните технологии са необходими на всеки ученик и всеки учител, за да може да живее, да учи, да работи и да участва пълноценно като пълноправен член на обществото

ни. Но не трябва да изключваме и участието на всяко дете, творчеството, което може да прояви. Да използваме дигиталните технологии е много важно, защото те имат силата да трансформират всичко около нас.

Но важно е децата да „пипнат“, да „видят“, да „направят“ опит със своите ръце. Да го представят, да го анализират, да го опишат, да обобщят и да направят изводи.

Съвременното общество се развива с много бързи темпове. От всички страни ни „залива“ информация, затова е необходимо да се намерят начини и средства за бързо, адекватно и ефективно получаване, представяне и усвояване на информацията. Именно тук възниква въпросът за мястото и ролята на физичния експеримент. Затова основна цел на българското образование, на обучението по физика е формирането на знания и умения в експериментите по физика. Използване на тези експерименти за развитие на творческата и мисловна дейност на учениците. Ученикът трябва да може да извлича полезна информация, да прави причинно следствени връзки, да разбере, че природните закони са закони на обществото ни [3].

Не трябва да ангажираме учениците само емоционално това води до изместване на фокуса, те тръгват по течението. Научаваме ги да им поднасяме информацията, да им я смелим, отсеем, тогава те нямат желание за учене, нямат амбиция, нямат интерес.

На ученика трябва да поставяме задачи, които да изпълнява, както и проекти, в които да прилага своите знания, но и да показва творчество.

Качествените и количествените задачи, упражненията, лабораторният практикум, проектите, дискусиите и домашните опити спомагат за трайно усвояване на физични закономерности и явления, както и за практичното им приложение в задачи и проблеми от реалния живот.

Литература:

1. Ненова Ж., „Самостоятелна работа на учениците в кръжоците и масови форми по физика“, Централна станция на младите техници, София, 1976 г.
2. Лехнер Х., Енгеман Д., Цеков Хр., „Проблемното обучение по физика“, Университетско издателство „Климент Охридски“ София, 1990 г.
3. <https://offnews.bg/interviu/retceptata-kak-fizikata-da-stane-interesna-na-detcata-ni-700601.html>
4. <https://procedures.uni-plovdiv.bg/docs/procedure/1468/1762225433390014737.pdf>

Възможности и практики в прилагането на работата в екип в учебна STEM среда

*Фабиен Кунис, Мая Гайдарова
Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“*

Абстракт: Съвременните предизвикателства, с които се сблъскваме все по-често, намират отражение и върху образованието, което е ключов стълб на всяко модерно общество. Новите активни форми на обучение и предизвикателствата към образователните системи се обсъждат, изследват и проучват все повече от началото на 21-ви век. Ключови световни организации като ЮНЕСКО към ООН, Европейският съюз, програмата PISA към ОИСР и др. препоръчват в много по-голяма степен да бъдат отразени уменията и компетенциите, които са необходими на днешните ученици, в съответните национални образователни програми.

Съвместното решаване на проблеми и задачи беше избрано от Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР) като нова компетентност, която беше изследвана в международното изследване на PISA през 2015 г. Големи международни проучвания посочват, че съвместното решаване на проблеми е ключова компетентност за успешното интегриране на подрастващите в обществото и в работната сила.

Целта на доклада е да се направи изследване върху възможностите за формиране на ключовата компетентност съвместно решаване на проблеми в обучението по физика и астрономия. В доклада са описани добрите международни практики при внедряването на новите умения и компетенции, дефинирани в рамките на уменията и компетенциите на 21-ви век. Предложена е методология за внедряването на съвместното решаване на проблеми в училищния курс по физика и астрономия. Направено е практическо изследване, чрез което разработените теоретично модели, методики и техники са тествани в реална училищна среда. Ученици от седми клас са тествани по определената методология за определяне на нивото на тяхната компетентност за съвместно решаване на проблеми. Резултатите са анализирани в доклада.

1. Актуалност на проблема

Световните организации ЮНЕСКО към ООН, Европейският парламент и Съвета на Европа, програмата PISA към ОИСР и др. препоръчват насочване на усилията в преподаването към формиране на умения и компетенции, които са необходими на днешните ученици за живот в предизвикателствата на 21 век. С цел постигане на тази цел се очаква образователните системи да осигурят висококачествено образование, обучение и учене през целия живот за всички, както и да подпомогнат учителите при прилагането на подходи за обучение, основано на компетентности. Такъв подход може да се осъществи успешно при интегриране на съдържание и методи в организирана STEM среда.

Основните компетентности, които са необходими на учениците за тяхното успешно интегриране в обществото и за тяхната успешна професионална реализация, са критично мислене, творчество, умения за сътрудничество и комуникация. В англоезичната литература са известни като „4C – critical thinking, creativity,

collaboration and communication“[1]. Тези компетентности са отразени и в съответните български национални образователни програми. Това са Наредба № 5 от 30 ноември 2015 г. за общообразователната подготовка и Наредба № 13 от 21.09.2016 г. за гражданското, здравното, екологичното и интеркултурното образование. Наред с това се извеждат редица преносими, „меки“ умения (напр. инициативност, оценка на риска, критично мислене, контролиране на емоциите, работа в екип, решаване на проблеми, поемане на отговорност), които осигуряват свързаност между личната, социалната и професионалната изява на съвременния човек.

Едни от основните задачи, които стоят пред образователните общности, са как да бъде организирано обучението в организирана STEM среда и реализиране на екипна дейност при съвместно решаване на проблеми.

Една от първите глобални инициативи в тази насока е проектът „Преподаване и оценяване на уменията на 21-ви век“ (ATC21S) [2]. Конструирана от коалиция от глобални компании и подкрепена от активното участие на шест държави по време на проучвателната фаза, чиято основна цел е да се отговори на въпроса какви да бъдат новите изисквания към днешните ученици, за да могат да отговорят успешно на бъдещите изисквания относно техните умения и компетенции. Един от изводите, които се прави е, че е необходима образователна реформа, в която внедряването на ИКТ и на така наречените умения и компетенции на 21-ви век да заемат централно място. Налице са няколко рамки и структури, направени от различни организации, които се стремят да дадат общата рамка и структура за преминаването на днешните образователни системи към модерни системи, които да подготвят днешното поколение за предизвикателствата на 21-ви век. Нека само да споменем някои от тях. Това са ATC21S, LMTF, ERI-NET, NEQMAP, DeSeCo, PISA и др. Като цяло те идентифицират едни и същи умения и компетенции, но имат различия в концепциите и начините за достигане до желаните цели. Основните умения и компетенции, които всяка една от тези рамки идентифицира, са креативно мислене, решаване на проблеми и задачи, работа в екип, съвместно решаване на проблеми, ИКТ и дигитални умения и компетентности и др.

Съвместното решаване на проблеми и задачи беше избрано от Организацията за икономическо сътрудничество и развитие(ОИСР) като нова компетентност, която беше изследвана в международното изследване на PISA през 2015 г. Има множество причини съвместното решаване на проблеми да бъде на фокус. Международните проучвания посочват, че съвместното решаване на проблеми е ключова компетентност за успешно интегриране на подрастващите в обществото и в работната сила. Също така се смята, че голяма част от планирането, решаването на проблеми, вземането на решения ще се осъществява от и чрез екипи и екипна работа [3]. Затова ключов въпрос пред научната и образователната общност е успешното интегриране в днешните образователни системи на груповото и проектно базираното обучение и преподаването и оценяването на работата в екип и съвместното решаване на проблеми като част от интегрираната система от умения и компетенции на 21-ви век.

Внедряването и прилагането на новите компетентности са важни за българската образователна среда. Доказателство за това са сравнително ниските резултати, които постигат българските ученици по време на изследванията на PISA. Например през 2012 на изследването на PISA по модула решаване на проб-

леми (problem solving) от 43 участници българските ученици са на 42 място, а през 2015 на изследването на PISA по модула съвместно решаване на проблеми (collaborative problem solving) от 51 участници българските ученици са на 40 място [4]. Посочените примери показват, че са необходими сериозни промени в българската учебна среда, които да доведат до качествено подобряване на уменията и компетенциите на 21-ви век.

В образователната парадигма STEM, която обединява различни идеи за интегрирано обучение както в съдържанието, така и в подходи за интегрирано учене и организационни форми, една от отличителните характеристики е екипното учене при работа с модели [5]. Използването на моделирането и моделите има интегрираща функция при изучаването на природните науки, математиката, технологиите и инженерството. Екипната работа в STEM обучението насърчава учениците да опознаят своите силни страни, да се научат да работят в екип като разпределят дейностите и да осъзнаят, че решаването на проблемите зависи от тях. Важна характеристика на STEM е решаването на реални проблеми, които имат социална значимост [6]. Част от екипната дейност се извършва чрез комуникация между членовете на екипа и умение за представяне на резултатите, което е характерно за съвместното научно изследване.

2. Методология

Основната методология, която ще се използва за дефинирането на компетентността съвместно решаване на проблеми и задачи, е разработена от програмата PISA през 2015 г [4]. Дефиницията, която се използва от PISA 2015, е следната: *компетентността съвместно решаване на проблеми и задачи е capacite-тът и способността на индивида да участва ефективно в процес, при който двама или повече участника се опитват да решат определен проблем като споделят разбирането и усилията, които са необходими, за да се реши проблема и като обединяват техните знания, умения и усилия, за да достигнат до решението на проблема.* За изграждането на методиката, която да конструира компетентността съвместно решаване на проблеми и също така да даде инструмент за оценяване на достигнатото ниво, е използвана следната методология. Съвместното решаване на проблеми и задачи е разгледано като продукт от решаването на проблеми и работата в екип. Решаването на проблеми е разгледано като състоящо се от четири процеса. Това са (А) изследване и разбиране, (Б) представяне и формулиране, (В) планиране и изпълнение и (Г) мониторинг и обратна връзка. Работата в екип е разделена на три основни процеса (1) установяване и поддържане на споделено разбиране, (2) предприемане на подходящи действия за решаване на проблема и (3) установяване и поддържане на организацията на екипа. При кръстосването на тези процеси, получаваме следната матрица за съвместно решаване на проблеми и задачи, представена на фигура 1. Тоест компетентността „съвместно решаване на проблеми“ е съставена от дванадесет компоненти. Това са (А1) разбиране на представите и способностите на членовете на екипа, (А2) разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите, (А3) разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема, (Б1) формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема, (Б2) дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени, (Б3) определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация (общуване/правила на участие), (В1) обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се пред-

приемат за решаване на проблема, (B2) предлагане на план за действие, (B3) спазване на приетите правила за участие в екипа, (Г1) мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема, (Г2) мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема, (Г3) мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък.

	(1) Формиране и поддържане на споделено разбиране за същността на проблема	(2) Предприемане на подходящи действия за решаване на проблема	(3) Организиране и поддържане на екип
(А) Изследване и разбиране	(А1) Разбиране на представите и способностите на членовете на екипа	(А2) Разбиране на същността на сътрудничеството и формулиране на целите	(А3) Разбиране на ролята на всеки участник в екипа за решаване на проблема
(Б) Представяне и формулиране	(Б1) Формиране на споделено разбиране и обсъждане на същността на проблема	(Б2) Дефиниране и представяне на задачите, които следва да бъдат изпълнени	(Б3) Определяне на ролята на всеки участник в екипа и екипната организация (обсуждане/правила на участие)
(В) Планиране и изпълнение	(В1) Обсъждане с членовете на екипа какви действия следва да се предприемат за решаване на проблема	(В2) Предлагане на план за действие	(В3) Спазване на приетите правила за участие в екипа
(Г) Мониторинг и осмисляне	(Г1) Мониторинг и корекция на споделеното разбиране за същността на проблема	(Г2) Мониторинг на резултатите от предприетите действия и оценяване на постигнатия напредък при решаването на проблема	(Г3) Мониторинг, обратна връзка и промяна на организацията на екипа и ролите на участниците в него в съответствие с постигнатия напредък

Фиг. 1. Методологическа матрица на компетентността „съвместно решаване на проблеми“

3. Изследване

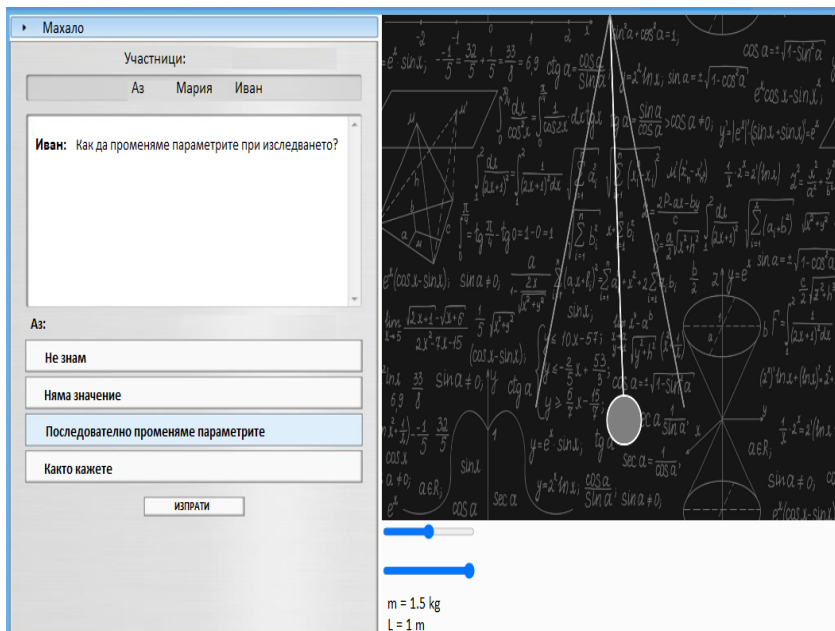
Първата част от изследването беше фокусирана върху проучването на опита за внедряване на подходяща STEM среда за обучение по компетентността съвместно решаване на проблеми. От направения обзор и анализ на научната литература се спряхме на два възможни подхода за имплементиране на такава система. Първият метод е направен от консорциума ATC21S (Assessment and Teaching of 21st Century Skills)[7, 8, 9]. Системата представлява информационна система, която се състои от два модула. Първият модул е за решаване на проблеми. Във втория модул учениците работят по двойки в свособразен чат, който се записва в log файлове. Тези файлове след това се анализират, за да се получи оценка за способността на учениците да работят в екип. Вторият метод е реализиран от ОИСП в програмата PISA през 2015 г.[4, 10, 11] И тук системата представлява информационна система с два модула. Първият модул е за решаване на проблеми. Вторият модул представлява виртуален чат с компютърни агенти. Чрез този виртуален чат с компютърни агенти се постига много по-голяма контролируемост на средата на взаимодействие на ученика. По този начин ученикът може да бъде поставен

в точно определени ситуации, от които може да се извлече информация за неговите компетенции в решаването на проблеми в сътрудничество. На базата на подробен анализ екипът избра втория метод. Смятаме, че методът, реализиран от ОИСП в програмата PISA през 2015 г., дава по-голяма надеждност и е по-ефективен откъм ресурси и внедряване в училищната система на образование. На базата на това решение разработихме нашата система за развиване на уменията за съвместно решаване на проблеми. Разработената информационна система се състои основно от два модула, като тя може да работи в два режима. Единият режим е за оценяване на уменията на ученика за съвместно решаване на проблеми, а другият режим е предназначен за развиване на уменията на ученика за съвместно решаване на проблеми. Двата модула са модул за решаване на проблеми (задачи) и модул за оценка или развитие на уменията на ученика за решаване на проблеми в сътрудничество. Първият модул цели развитие на уменията на учениците за решаване на проблеми (problem solving). Това са уменията изследване и разбиране, представяне и формулиране, планиране и изпълнение и мониторинг и обратна връзка. Това се осъществява чрез симулация на дадено физично явление, процес или физична система. В симулацията има определен брой параметри, които могат да се променят. Чрез промяната на тези параметри се цели ученикът качествено да разбере как работи дадената система. Като методологическа основа на този модул стоят методиките за решаване на проблеми (problem solving) и изследователския подход (inquiry-based learning). Вторият модул представя виртуален чат с двама или повече компютърни агенти. Целта на компютърните агенти е да поставят учениците в точно определени ситуации, в които да се оценят или да се развият уменията на учениците за съвместно решаване на проблеми.

Методологията на изследване или усъвършенстване на уменията е на базата на методическата матрица, представена на фигура 2. На пръв поглед може да изглежда ограничаващо, че ученикът може да избира от ограничен брой отговори, вместо да може свободно да отговаря. Но по този начин постигаме много по-добра ефективност при анализа на отговорите на ученика, което ще позволи системата да бъде използвана от учители без да е необходима дълга и сложна квалификация за работа със системата.

Вторият етап от нашето изследване беше системата да бъде имплементирана в реална училищна среда. В този доклад ще обсъдим резултатите, получени при внедряването на системата в обучението по физика и астрономия в седми клас. Основните социологически методи, които се използваха в изследването, са стратифицирана извадка и квази-експериментален модел с контролна група. Изследването се проведе в 125 СУ „Боян Пенев“ в град София. В училището се обучават осем паралелки в седми клас. Шест от паралелките са езикови, а две от паралелките са математически. На случаен принцип бяха избрани три от езиковите паралелки и една от математическите паралелки да участват в изследваната група и съответно другите три езикови паралелки и другата математическа паралелка бяха в контролната група. В експерименталната група беше проведено обучение с разработената информационна система, а в контролната група – не беше проведено това обучение. Преди да започне обучението на експерименталната група, двете групи бяха тествани с тест за установяване на входното равнище на уменията им за съвместно решаване на проблеми. Тестът беше направен от разработената ни система, чрез описаната по-горе методология. След това с ек-

перименталната група в часовете по физика и астрономия се проведе обучение, като се използваше същата система в режим на обучение. Трябва да отбележим, че част от упражненията се проведоха в присъствена среда, а друга част се проведоха в онлайн среда поради извънредната ситуация с Covid-19. С контролната група не беше проведено това обучение. Използваха се стандартни методи на обучение, предвидени в учебната програма по физика и астрономия за седми клас от МОН. С контролната група отново част от обучението се проведе в реална среда, а другата част – в онлайн среда, отново поради извънредната ситуация с Covid-19.



Фиг. 2. Разработена информационна система за оценка и развиване на компетентността „Съвместно решаване на проблеми“

След приключване на обучението контролната и експерименталната група отново бяха тествани с тест за установяване на изходното им равнище на уменията им за съвместно решаване на проблеми. Резултатите от входния и изходния тест за съвместно решаване на проблеми на контролната и експерименталната група са представени на таблицата на фигура 3. На таблицата са представени постигнатите резултати по компетентността „съвместно решаване на проблеми“. Като самата компетентност е представена чрез изграждащите я елементи, както беше описано в точката за методологията. От резултатите се вижда, че в началото двете групи имат сходни резултати без да има значителна статистическа разлика. Контролната група показва леко повишаване на резултата си на изходния тест. Това го обясняваме с вече по-доброто познаване на учениците на системата и тяхната по-лесна и по-бърза работа с нея. Но разликата е незначителна, за да

направим извода, че техните умения за съвместно решаване на проблеми са се подобрили. В експерименталната група имаме значително нарастване на резултата. Това нарастване не може да се обясни само с по-доброто познаване на системата. Нарастването е достатъчно значимо, за да направим извода, че след приложеното обучение с нашата система и методология имаме повишени умения за съвместно решаване на проблеми.

Умение	Начални резултати на експерименталната група в проценти	Начални резултати на контролната група в проценти	Крайни резултати на експерименталната група в проценти	Крайни резултати на контролната група в проценти
(А1)	46	46	60	49
(А2)	50	51	65	52
(А3)	54	54	69	55
(Б1)	45	45	61	48
(Б2)	51	51	64	53
(Б3)	49	48	59	50
(В1)	44	44	63	47
(В2)	42	40	56	43
(В3)	48	47	60	50
(Г1)	38	40	51	41
(Г2)	44	44	52	45
(Г3)	36	36	46	37

Фиг. 3. Начални и крайни резултати на експерименталната и контролната група на компетентността съвместно решаване на проблеми

4. Заключение

Новите предизвикателства, с които ще се сблъскват нашите ученици, налагат по-интензивното внедряване на уменията и компетенциите на 21-ви век. Ниските резултати, които постигат българските ученици на изследванията на PISA, показват, че българската образователна система не е изключение. Напротив, трябва по-ускорено да бъдат внедрени новите методологии, умения и компетенции. В този доклад разгледахме компетенцията съвместно решаване на проблеми. Проучихме световните практики и методологии по внедряването на тази компетентност. От анализа на това проучване предложихме методология по внедряване на компетенцията съвместно решаване на проблеми. На базата на тази методология създадохме информационна система за оценка и подобряване на уменията на учениците за съвместно решаване на проблеми. Описаната методология и информационна система бяха внедрени в обучението по физика и астрономия на седми клас. Проведохме проучване в столичното 125 СУ „Боян Пенев“ сред седмокласниците. За изследването използвахме стратифицирана извадка и квази-експериментален модел с контролна група. Контролната и експерименталната група бяха тествани за нивото на компетенцията съвместно решаване на проблеми. След приключването на изследването отново тествахме двете групи. Експерименталната група показва статистически значително по-високи резултати от контролната група. Това ни позволява да направим извода, че пред-

ложената методология и информационна система водят до подобряване на уменията на учениците за съвместно решаване на проблеми. Предложената методология и информационна система могат да послужат като база за развитие на уменията и компетенциите на 21-ви век у учениците в образователната среда.

Авторите изказват своята благодарност към фонд „Научни изследвания“ към СУ „Св. Климент Охридски“ за оказаната подкрепа чрез проект в подкрепа на докторанти 80-10-24/22.03.2021 г.

5. Литература

- [1] Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times. Jossey-Bass/Wiley
- [2] Patrick Griffin, Barry McGaw, Esther Care; Springer Science & Business Media, Oct 20, 2011; Assessment and Teaching of 21st Century Skills
- [3] National Research Council. 2011. Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13158>.
- [4] OECD (2017), PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264285521-en>.
- [5] Jonas Hallström, Konrad J. Schönborn, Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument, International Journal of STEM Education, (2019) 6:22, <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z>
- [6] Sukanya Sutaphan, Chokchai Yuenyong, STEM Education Teaching approach: Inquiry from the Context Based, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1340 (2019) 012003
- [7] Esther Care, Patrick Griffin, Mark Wilson, Assessment and Teaching of 21st Century Skills Research and Applications, Springer, 2018
- [8] Hesse, F., Care, E., Buder, J., Sassenberg, K., & Griffin, P. (2015). A framework for teachable collaborative problem-solving skills. Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_2
- [9] Care, E., Griffin, P., Scoular, C., Awwal, N., & Zoanetti N. (2015). Collaborative problem solving tasks. In P. Griffin & E. Care (Eds.), Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach (pp. 85–104). Dordrecht: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9395-7_4
- [10] OECD. (2016). PISA 2015 results (Vol. 1): Excellence and equity in education. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- [11] OECD (2017), "PISA 2015 collaborative problem-solving framework", in PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264281820-8-en>.

STEAM подход: природни науки и икономика в действие

Мария Личева¹, Гинка Екнер²

¹Пето основно училище, Митьо Станев“, ул. „Ст. Стамболов“ № 19, гр. Стара Загора 6000

²Физико-технологичен факултет, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, ул. „Цар Асен“ № 24, гр. Пловдив 4000

Абстракт: Природните науки са в основата на съвременните технологии. Разделянето на отделни предмети, изучавани в училище, понякога затруднява учениците при оценяването на връзките между изучаваното учебното съдържание и ежедневието. STEAM (*science-technology-engineering-art-mathematics*) подходът има потенциала да преодолее този дефицит. Той е изключително подходящ както за демонстриране на полето на припокриване на отделните научни области, така и за скъсяване на дистанцията училище-реален живот.

В настоящата работа се предлага темата: „Разработването на комерсиален продукт“. Тя включва изминаването на всички стъпки на работа: избор на актуален продукт, проектиране, създаване, остойностяване и маркетинг. За начално се разчита на учебното съдържание по предметите „Химия и опазване на околната среда“, „Физика и астрономия“ и „Технологии и предприемачество“. Дадени са примери с разработване на препарати за хигиена и дезинфекция.

1. Въведение

Обучението, както всички области на познанието, търпи промени по отношение на съдържание и методи и подходи за осъществяването му като процес. Бързият темп на поява на нови, непознати досега професии, поставя въпроса за нови по същество умения и компетентности, които да бъдат постигнати чрез обучението. Традиционните практики в клас, в които учителят преподава знанията, изглеждат ограничени по отношение на възможността за изграждането им. Това води до търсене на алтернативни, съвременни подходи, такива като STEAM (*science-technology-engineering-art-mathematics*). STEAM е интердисциплинарна комбинация от наука, технологии, инженерство, изкуство и математика, които изграждат нов тип знания [1].

В научната литература могат да бъдат намерени редица примери за прилагане на STEAM както в училище, така и в университетската практика [1-3]. Резултатите от изследванията ясно показват, че STEAM води до по-висока степен на ангажираност на учащите се, като дава възможност за обхващане на широк кръг от групи, различни по социален статус, интереси, пол и др. [1, 2]. Причина за успеха на STEAM методиката е възможността учениците да участват в експерименти, да споделят идеите си, да формират екипи и да осъществяват групови проекти, което ги прави емоционално ангажирани т.е. да „преживяват“ знанието.

2. Стратегии, методика и технология на работа

В процеса на работа бяха поставени редица методически цели, чрез които да се постигне и желаната цел: 1) всеки участник да идентифицира сам своите нужди и ограничения т.е да намери своето място в екипа; 2) учениците да се

запознат с видовете източници на информация и да се научат да събират целева такава; 3) да се направи анализ на информацията и да се изследват различните описани в нея идеи; 4) да се провеждат разнообразни по вид STEAM активности, даващи и възможност за осъзнаване на различните аспекти на решаването на дадена задача; 5) да се правят регулярни „мозъчни атаки“ в търсене на възможно най-голям брой решения на зададения казус; 6) да се даде възможност за самостоятелно вземане на решения при разработване на продукта, при което учениците да осъзнаят своите свободи и отговорности; 7) да се създаде начален дизайн на изделие, при което да се тренира и креативността на участниците в екипа; 6) да се планира и изработи реален прототип на продукт, при която задача се използват взаимовръзките между науки, технологии и изкуствата, като се прилага изследователски подход; 7) да се тества и при нужда да се подобри изделието; 8) да се изработи маркетингова стратегия за комерсиализация на продукта, където отново се възпитават креативност, съчетана с придобиване на компетентности в областите икономика и психология.

В настоящата разработка участваха ученици от 5-7 клас, организирани в клуб по химия и физика. Разчитахме на учебното съдържание по „Химия и опазване на околната среда“, „Физика и астрономия“ и „Технологии и предприемачество“. То осигурява необходимите базови знания, даващи самочувствие на учениците да се справят с реален практически проект.

Изборът на продукт бе една от първите задачи, поставени на учениците. Предвид COVID-19 пандемията, те лесно и бързо се ориентираха към продукти, свързани с хигиената и дезинфекцията, в контекста на превенция на заболяването. Процесът на осаждаване се изучава в училищния материал (въведено като взаимодействието на натриева основа с мазнини), което допълнително натежа при избора. Темата предполага и възможност за надграждане на знания и умения, свързани например с повърхностно активни вещества, които са универсалните съставки на този клас продукти.

След събиране на информация от различни източници за видовете продукти от тази група, учениците направиха извода, че предмет на интерес са: препарати за миене на чинии; течни сапуни; препарати за почистване на баня; препарати за почистване на стъкла; дезинфектанти за ръце и повърхности. С помощта на анализ на събраната информация, беше взето решение да се стартира с течен сапун.

„Мозъчна атака“ целеше създаването на начален дизайн на продукта чрез дискусия за икономиката на бъдещето, като ефективна, с висока добавена стойност, но и екологична. Чрез подходящо насочване, учениците стигнаха до извода, че е добре да се използват природни продукти и технологии, които не замърсяват/щадят околната среда. Това от своя страна изискваше проучване на възможностите за избягване на парабени и изкуствени оцветители при разработката ни.

Бяха обсъдени, разбира се и някои специфики, като това че производството е свързано винаги с намиране на баланс между качество – цена - екологичност. Учениците бяха насочени към търсенето на български производители и/или дистрибутори на суровини, отговарящи на избраните критерии. Те трябваше да съберат информация за единичните цени в лева, което да позволи оформянето на крайната рецепта. Така се стигна до продукт (течен сапун) със следната основна рецепта: 852,8 литра вода; 80 kg слез; 25 kg бетанин; 0,1 g лимонена киселина; 1 kg

глицерол; 2 kg перла блясък; 0,1 g консервант. В **Таблица 1** е представена цената на продукта с такава рецепта, която възлиза на 383,62 лв. на тон. Към нея следваше да се добави и цената за опаковката. След вземане на решение за нейния вид и дизайн беше определена и съответната себестойност (**Таблица 1**), която възлиза на 1,20 лв. на брой. Стартирайки от цената за препаратата в единична опаковка и добавяйки цената за труд (на база 650 лв. месечна заплата на работник), се стигна до крайната пазарна цена на единичен продукт от 500 ml с ДДС (данък добавена стойност): **2,64 лв.**

Таблица 1. Ценообразуване за изделието течен сапун по рецепта.

Цена на основния продукт		Цена на опаковката	
СУРОВИНИ	ЦЕНА С ДДС	СУРОВИНИ	ЦЕНА С ДДС
слес	216,00 лв	флакон-шише	0,20 ст./бр.
Бетаин	52,50 лв	етикет (два бр.)	0,20 ст./бр.
лимонена киселина	0,22 лв	помпа механизъм	0,30 ст./бр.
сол	10,40 лв	опаковка/кашон	0,50 лв.
Парфюм	80,00 лв	2. Общо за разфасовка: 1,20 лв.	
консервант	1,50 лв		
глицерин	5,00 лв		
Перла блясък	6,00 лв		
Вода	5,00 лв/тон		
ел. Енергия	7,00 лв KW/h		
1. Обща цена (без опаковка):			
383,62 лв/тон			

Анализът на цените показва, че избраната от нас рецепта води до напълно конкурентен продукт. Това позволи и преминаването към реално закупуване на суровините и изработването на изделието. Този етап от работата води от една страна до затвърждаване на теоретичните знания от изучаваните предмети и придобиването на практически умения. От друга – дава широко поле за изява на креативността и талантите. Бяха предложени различни по дизайн бутилки. Бяха обсъждани различни цветове да изделието (като беше подчертано, че в полза на безопасността е добре продуктът да бъде цветен). Право на избор бе и използваният парфюм. През целия работен процес се държеше сметка за разходите, включително електроенергия, вода, труд и суровини. След успешното създаване на крайния продукт, учениците определиха целевата група, за която той е подходящ. Фиксирането на целева група дава възможност за търсене на маркетингови стратегии за комерсиализация, включващи: създаване на собствен бранд (име на продукта, изработване на подходящ етикет); измисляне на рекламен слоган; намиране на начини за разпространение и др.

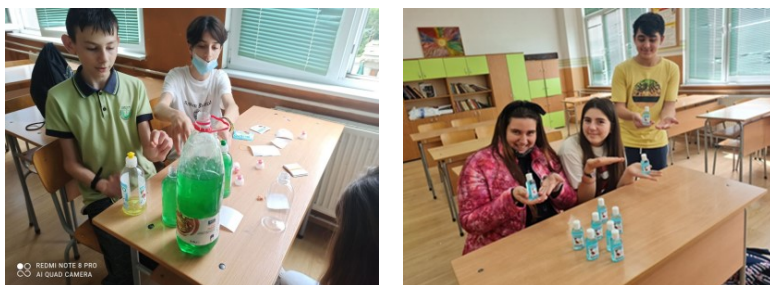
С времето спектърът на нашите продукти беше разширен, както е показано на Фиг. 1. Целевата група е младежи между 6 и 16 години. Дизайнът на етикета бе създаден да привлича именно такива млади хора. Името на бранда „Blisto“ е съчетание от блестящо и чисто. Беше взето решение то да бъде изписвано на

латиница, като си помечтахме нашият продукт да бъде продаван и извън пределите на България.



Фиг. 1. Снимка на разработени чрез STEAM обучение продукти за хигиена и дезинфекция.

Следвайки придобития опит, основният успех на STEAM обучението изглежда се дължи на факта, че то предлага възможност на всеки участник да прояви най-силните си страни. Някои от учениците се включиха по-активно в търсенето на суровини и рецепти, други в ценообразуването, а тези с артистични заложби, при създаването на дизайна и рекламата. Така всички съпреживяха и се забавляваха, като оставаха активни през цялото време, както се вижда от **Фиг. 2**. STEAM направи възможно да работим, учим и да се забавляваме едновременно.



Фиг. 2. Снимки по време на работния процес.

Тук е и мястото да подчертаем, че българските компании проявиха интерес към работата на клуба. След като разбраха идеята, те ни подпомогнаха с идеи, предоставиха достъп до оборудване във фирмите си, а някои ни подариха суровини и материали. Изказваме сърдечната си благодарност на фирмите: Актуел ЕОО гр. Пловдив, Колор-пласт ООД гр. Стара Загора и Елтон Корпорейшънс ЕООД гр. София.

3. Заключение

Основната цел на STEAM обучението е да подпомогне подготовката на учениците за успешна кариера и да изгради у тях умения, с които да са готови да

посрещнат предизвикателствата на бъдещето. В настоящата публикация бе даден пример как крайната цел може успешно да бъде реализирана с подходящ проекти, свързани с актуални теми от ежедневиия ни живот. STEAM може да послужи и за отлично кариерно ориентиране, основано на реален практически опит, придобит по време на обучението. В представената тема са добре застъпени професиите на химика, физика, инженера, икономиста, специалист на маркетинг и реклама, на хората на изкуството. Особено важно е, че чрез нея се демонстрира и връзката между науките и тези професии.

4. Литература

- [1] J. Mativo, B. Smith, E. Thompson, R. Wicklein Robert A formative evaluation of a Southeast High School Integrative science, technology, engineering, and mathematics (STEM) academy. *Technology in Society*, Vol.45, pp.34-39 (2016), doi: 10.1016/j.techsoc.2016.02.001
- [2] A. Khamhaengpol, M. Sriprom, P. Chuamchaitrakool. Development of STEAM activity on nanotechnology to determine basic science process skills and engineering design process for high school students. *Thinking Skills and Creativity* Vol. 39 art. № 100796 (2021), doi: 10.1016/j.tsc.2021.100796
- [3] A. C. Basu, A. S. Hill, A. K. Isaacs, M. A. Mondoux, R. E.B. Mruczek, T. Narita. Integrative STEM education for undergraduate neuroscience: Design and implementation. *Neuroscience Letters* Vol. 746 (2021) 135660, doi: 10.1016/j.neulet.2021.135660

Възможности за използване на Arduino в учебния физичен експеримент

Велика Панчева^{1,2}

¹LSE Retail Group Limited, Manchester

²онлайн слушател в Академия „Н. Тесла“

Абстракт: В настоящата дописка са описани някои приложения на микропроцесорната платформа Arduino за демонстрационни и лабораторни опити. По-специално внимание е обърнато на: характеристики на двуполусници, използване на ШИМ изходи за генериране на напрежение, свързване на 12-битов АЦП. Дадени са примерни опити, програмни кодове и са коментирани резултати. Показано е как може да бъдат намерени изходните характеристики на биполярен транзистор.

1. Микропроцесорни системи

Това са устройства, познати на всички ни и вградени в много от уредите, които използваме ежедневно – във всеки продукт, с който може да обменяме информация по някакъв начин. Типичният микроконтролер притежава процесор, памет и периферия (входно-изходни устройства). Посредством входните устройства, към които обикновено се свързват *сензори*, контролерът получава информация за дадени параметри. Посредством изходните – отправя команди към т.нар. *актори*, които, от своя страна, могат да влияят върху тези параметри. Един пример – контролерът, посредством температурен сензор, установява, че температурата в помещението е под определена стойност и подава команда за включване на отоплението [1].

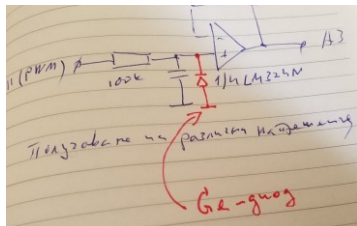
Съществуват различни контролери и системи, в зависимост от предназначението. Системите от по-високо и от средно ниво са предназначени за индивидуална употреба, обикновено се свързват към персонален компютър или лаптоп (най-често през USB порт) и към тях върви среда за програмиране. Езиците за програмиране са различни – C/C++, Java, Processing и др. Такива са например Gainer и Phidget. Известни и често използвани са системите от средно ниво Arduino Uno/Arduino Nano (с микроконтролер ATmega328P) [2,3], които използват езика за програмиране Processing. Те са много подходящи за учебни цели, вкл. за автоматизация на експерименти, създавани от учители и от ученици. Към тях съществуват множество програмни примери.

Като пример за контролери от ниско ниво може да се посочат тези на фирмите Atmel, Microchip и Texas Instruments. Програмират се на Assembler, C, BASIC, Wiring. За тях също съществуват развойни системи, но купени поотделно са с цени от \$1 – \$15. Тяхната употреба изисква малко по-дълбоки познания.

2. Получаване на напрежения с Arduino.

Arduino Uno не притежава цифровоаналогови преобразуватели (ЦАП). Поради тази причина, за получаване на различни по стойност напрежения, се налага използване на изходите, които позволяват широчинно импулсна модулация (ШИМ/PWM). Това може да стане посредством схемата и кода, показани на фиг. 1. Други начини, например с използване на преобразувател честота-

напрежение LM2917 са описани в [4, 5]. Добър вариант е да бъде използван външен ЦАП, например MCP4725, което е описано в [6]. Съществуват разнообразни други варианти – например с модул, съдържащ ЦАП SKU DFR0552 [7].

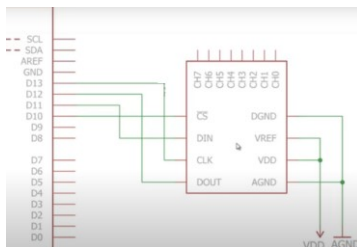
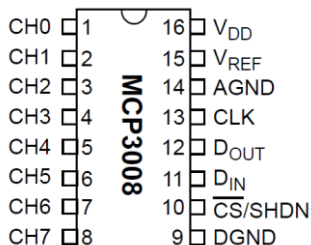


```
float Value0 = 0;
float Value1 = 0;
// analogovi vhovdove:
int sensorPin0 = A2;
int sensorPin1 = A3;
//PWM pin - razlichen koeficient na
//zapylwane - razlichno naprejenie
int v_pin = 10; //pwm izhod
void setup(){
  pinMode(10, OUTPUT); //PWM
  Serial.begin(115200);
}
void loop(){
  for(int i=0; i<255; i++){
    analogWrite(v_pin, i);
    Serial.print("i = ");Serial.println(i);
    Value0 = analogRead(sensorPin0);
    Serial.println(Value0*5.0 / 1023.0);
    Value1 = analogRead(sensorPin1);
    Serial.println(Value1*5.0 / 1023.0);
    delay(500);
  }
}
```

Фиг. 1. Схема и код за получаване на напрежения

3. Увеличаване на възможностите на Arduino.

Използване на външен АЦП. Вграденият в Arduino Uno аналогоцифров преобразувател (АЦП) е 10-битов. Когато се нуждаем от по-добра разделителна способност, може да използваме външен АЦП – например MCP3208. На фигура 2 са показани изводите на същия и начин за свързване към Arduino.



Фиг. 2. Изводи на MCP3208 и начин за свързване към Arduino Uno

Код за Ардуино:

```
#define SELPIN 10
#define DATAOUT 11
#define DATAIN 12
#define SPICLOCK 13
int readvalue;

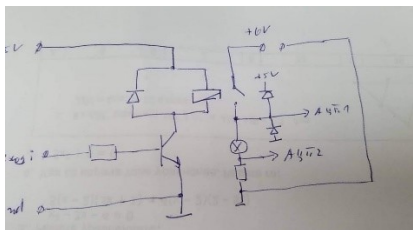
void setup() {
  pinMode (SELPIN, OUTPUT);
  pinMode (DATAOUT, OUTPUT);
  pinMode (DATAIN, INPUT);
  pinMode (SPICLOCK, OUTPUT);
  digitalWrite(SELPIN, HIGH) ;
  digitalWrite (DATAOUT, LOW);
  digitalWrite (SPICLOCK,LOW);
  Serial.begin(9600);
}
int read_adc(int channel){ //izbor na kanal 1-8
int advalue = 0;
byte commandbits = B11000000;
commandbits=((channel-1)<<3);
digitalWrite(SELPIN,LOW); //izbirame acp
for (int i=7; i>=3; i--){
digitalWrite(DATAOUT,commandbits&1<<i);
//cycle clock
digitalWrite(SPICLOCK,HIGH);
digitalWrite(SPICLOCK,LOW);
}
digitalWrite(SPICLOCK,HIGH);
digitalWrite(SPICLOCK,LOW);
digitalWrite(SPICLOCK,HIGH);
digitalWrite(SPICLOCK,LOW);

//chete bitowe ot acp
for (int i =11; i>=0; i--){
advalue+=digitalRead(DATAIN)<<i;
digitalWrite(SPICLOCK,HIGH);
digitalWrite(SPICLOCK,LOW);
}
digitalWrite(SELPIN,HIGH); //izkluchwane
return advalue; // poluchena stoinost
}

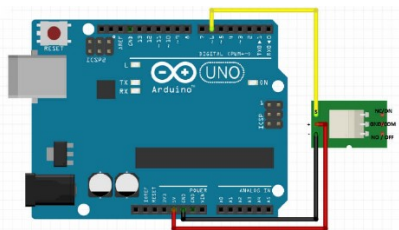
void loop(){
readvalue = read_adc(2); //izbor na kanal (1-8)
Serial.println(readvalue,DEC);
delay(250); }
```

Мултиплексиране. Често се налага подаване на сигнал от или към различни изводи. Най-удачният вариант е с използване на мултиплексор. Когато такъв не е наличен, може да бъде използвана интегралната схема 4066, съдържаща 4 аналогови ключа⁷ [8, 9].

Свързване на реле. Външно реле се използва за управление на по-мощни консуматори. Стандартна схема за свързване (в случая за изследване на крушка с нажежаема жичка е показана на фигура 3а. По-добре би било да се използва готов модул (фигура 3б).



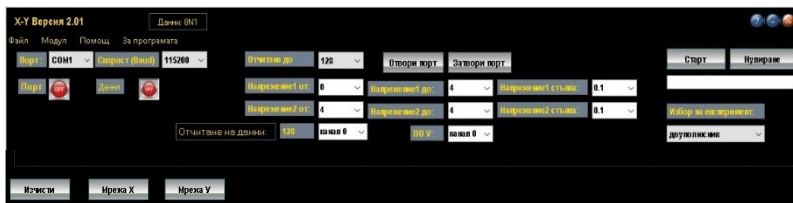
Фиг. 3а



Фиг. 3б

4. Програма за визуализация.

На фигура 4 е показано основното меню на използваната програма за PC/Laptop, която получава данни от микроконтролер по USB⁸. (Може да се допълни, че съществуват възможности за визуализация на резултати и на смартфон. Последното е извън темата на настоящата дописка.)



Фиг. 4. Горна и долна част на програмата за визуализация

5. Ток и напрежение при крушка с нажежаема жичка.

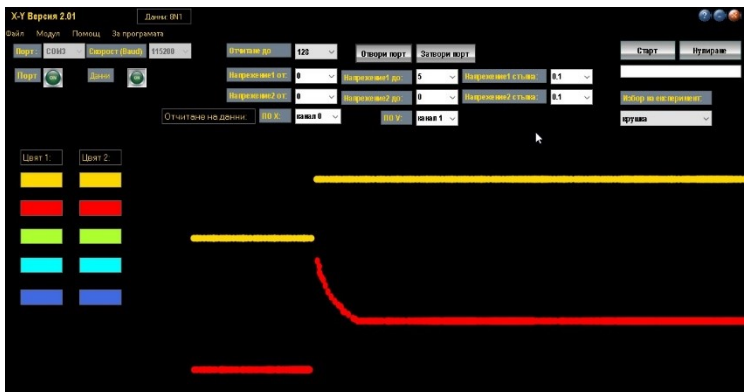
Преди години съществуваше стандартен въпрос „защо крушките най-често изгарят при включване?“. Днес все повече се използват по-нови източници на светлина. Въпреки това изследването на тока през такава крушка, в първия кратък интервал след включване е интересно. Последното лесно може да стане посредством схемата от фигура 3а и стандартна програма за измерване на напрежение на 2 канала. Изход от програмата е показан на фигура 5, като със жълто са показани стойностите на напрежението, а с червено – токът през крушката.

⁷ Човек работи с части, които намира „в чекмеджето“.

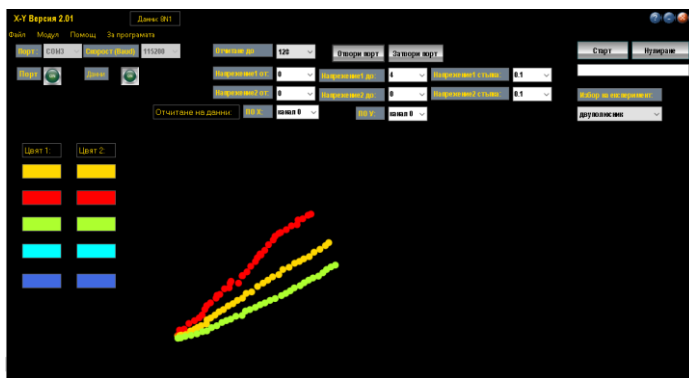
⁸ Тази програма ни беше предоставена от водещия курса, комуто изказвам благодарност.

6. Характеристики на двуполосници.

Съществуват разнообразни възможности за изследване на волтамперните характеристики на двуполосници. Най-лесно (и методически целесъобразно) е да се започне с резистори и диоди (за последните – само 1-ви квадрант). На фигура 6 са показани резултати от изследване на няколко различни резистора, а на фигура 7 – резултати от изследване на диоди.



Фиг. 5



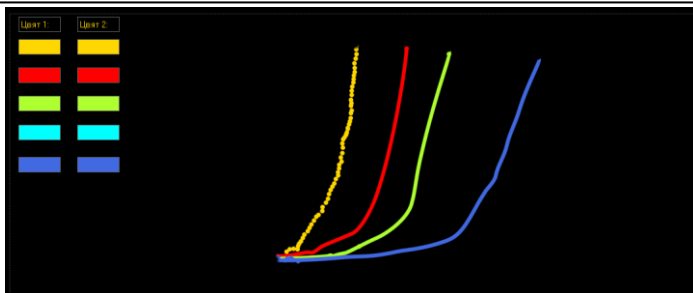
Фиг. 6

7. Получаване на семейство изходни характеристики на транзистори.

Изход от програмата е показан на фигура 8.

8. Благодарности.

Изказвам благодарност на К. Тютюлков, моят преподавател от академия „Н. Тесла“



Фиг. 7



Фиг. 8

9. Литература

- [1.] С. Василева, Дипломна работа „Съвременни сензори в обучението по физика“, 2017
- [2.] <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328P>
- [3.] <https://www.arduino.cc/>
- [4.] <https://forum.arduino.cc/t/lm2917-frequency-to-voltage-converter/116867>
- [5.] <https://forum.arduino.cc/t/frequency-to-volt-converter-for-flowmeter/565552>
- [6.] <https://www.electroschematics.com/arduino-dac-guide/>
- [7.] https://wiki.dfrobot.com/Gravity_12-Bit_I2C_DAC_Module_SKU_DFR0552
- [8.] <https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/HEF4066B.pdf>
- [9.] <https://www.brainy-bits.com/post/using-the-4066-ic-bilateral-switch-to-simulate-pushing-buttons>

Урокът по физика в интерактивна среда e-learning, phet, moodle

Георги Добрев

Технически университет - София, филиал Пловдив, Пловдив 4000, ул. „Цанко Дюстабанов“ №25

Абстракт: В настоящата статия се разглежда урок по физика в среда moodle, e-learning, използвана за дистанционно обучение. Разгледан е модел за симулации с помощта на софтуерна програма phet. Използвани са STEM модели от Physics Problem Solver, CCCS Software inc за разработване на интерактивни задачи и симулирани лабораторни модели.

Въведение

Интерактивната образователна среда отваря нов хоризонт за разработване на веб базирани уроци с помощта на програмни езици HTML PHP, JAVA script. Във връзка с това в образованието навлязоха платформи, като: moodle, E-learning. Представяне на уроците по физика посредством софтуерни симулации с PHET предоставя възможност за повишава значително качеството на учебния процес и по-доброто усвояване на учебния материал. Използване на интерактивни веб платформи за изготвяне на уроци и разработване на образователни среди е в съответствие с **изискванията на STEM за създаване на образование с високо качество на педагогическия процес**. Основните мотиви да се използват интернет симулации на лабораторни упражнения и с помощта на тях да се разработят физични и математични задачи предоставя възможност на обучаваните да демонстрират творчество с доминиране на изследователска, откривателска, и творческа, дейност. Целта на настоящата статия е да разгледа урок по физика чрез използване на интернет и симулации на лабораторни упражнения посредством платформата – E-learning, тестови въпроси затвърждаващи знанията от урока, симулации чрез PHET от университета в Колорадо. Задачи по физика с изследване на различни варианти чрез използване на Physics Problem Solver, CCCS Software inc.

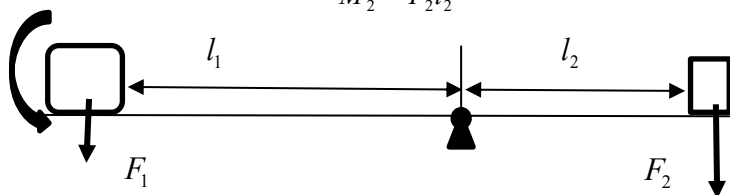
Урокът по физика в интерактивна среда

В съвременното обучение по математика и физика както и другите дисциплини се налага обучаващия софтуер. Това предоставя възможности за експериментирани както от страна на преподавателя така и на обучаемите. Използването на интернет по време на учебно занятие и софтуерни web обучаващи платформи, като symbolab, physics problem solver, phet предоставят възможност за много по-добро овладяване на материала и неговия анализ в различни проблемни ситуации за конкретни задачи.

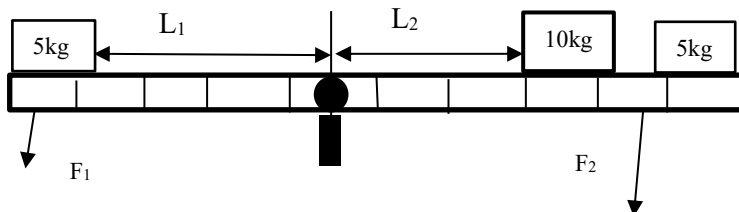
Целите които си поставя преподавателят е да стимулира учениците и студентите за активна творческа дейност самоуправление и самоусъвършенстване. Използване на веб базирани платформи по време на лекционни курсове и самостоятелна работа работна креативен процес за анализ на различни проблемни ситуации. Урок по физика който разглежда „условие за равновесие на лост“ на действащи две сили $F_1 < F_2$ намиращи се на определено разстояние от опорна

точка в 8 кл (фиг. 1). Преподавателя използва симулация на разглежданата тема чрез платформа на университета в Колорадо – phet. Това предоставя възможността обучаемите да открият, че двете сили създават въртящи моменти

$$\begin{aligned} M_1 &= F_1 l_1 \\ M_2 &= F_2 l_2 \end{aligned} \quad (1)$$



Фиг.1. Условие за равновесие на лост $F_1 l_1 = F_2 l_2$, [2]



Фиг. 2. Phet [4]

Ефективността на интерактивните методи на обучение чрез използване на WEB базирани симулации, превръщат в активен субект обучаемите. Поставят преподаването на едно по-високо ниво на комуникация честота на обмен на информация, идеи, опит. Задачи от подобен тип може да бъдат изследвани чрез physics problem solver Математичните функции чрез, symbolab, Mathcad.

Дадено: $L_1 = 4 \text{ m}$, $L_2 = 3 \text{ m}$, $F_1 = 5 \text{ kg}$, $F_2 = 15 \text{ kg}$, $1 \text{ kg} = 9,8066 \text{ N}$
 От условие за равновесие (2)

$$F_1 L_1 = F_2 L_2, \quad (2)$$

преобразуваме и получаваме $F_1 = \frac{F_2 L_2}{L_1} = ?$

1. Посочете отговор.

A) 110,36 N B) 115,36 N C) 120,5 N (Верен отговор A)

2. Ако знаете F_1 , F_2 , L_2 , Намерете $L_1 = ?$

E-learning предоставя множество инструменти за разработване на този

въпрос.

1. Истина/неистина, множество възможни отговори, влачене и пускане.

Анализирането на това отношение с помощта на phet предизвиква творчески процес в обучаемите и по-добра обратна връзка.

Web обучаемите платформи, physics problem solver, доставят възможност на обучаемите да изследват различни функционални зависимости между величини и физични казуси. Разработването на тестове и аналитично представяне на решения с което учениците натрупват умения по ефективно. **Инструмент за създаване на тестове – moodle, e-learning** предоставя модели за категоризиране на въпросите и представяне на урока в поредица от проблемни ситуации. Обучаемите имат възможност да решават много повече задачи след всеки един урок. Възможността да се използва и модел на flash cards за анализ на учебния материал. Посочете какво представят съответните зависимости на фиг. 3.

Коя зависимост бихте използвали от фиг. 3 за да решите следните проблеми?

1. Какъв електричен заряд преминава за време 10 sec по проводник по който тече ток 0,2 μA ? [1]


Отговор:

А) $q = 0,2 \cdot 10^{-5} C$ Б) $q = 0,02 \cdot 10^{-5} C$ В) $q = 20 \cdot 10^{-5} C$

1.1. Подредете съответните закони



$I = \frac{Q}{t}$	$I = \frac{\varepsilon}{R+r}$	Коя зависимост показва: А) Големина на ток; Б) Закон на Джаул и Ленц; В) Закон на Ом за цялата верига; Г) Електродвижещо напрежение; Д) Закон на Кулон;
$Q = I^2 R \cdot t$	$F = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi \varepsilon_0 \varepsilon}$	
$\varepsilon = \frac{A}{Q}$		

Фиг. 3. Урок по електротехника.

Използват се инструменти „влагане на текст в изображение“ и „влагане и пускане“, e-learning  .

2. Колко минути ученик е работил с електрически поаялник, ако при протичане на ток $I = 1,5 A$ през него е преминал заряд $q = 900 C$? [1-2]. Отговор:

А) 10 мин Б) 7 мин В) 4 мин Г) 9 мин Д) 15 мин

Удобно е да се използва инструмент влачене и пускане в текст   .

3. Коя зависимост ще използвате при решаване на следния проблем?

Към захранващо напрежение на батерия 3V и вътрешно съпротивление $r = 2 \Omega$ е свързана лампа със съпротивление $r = 18 \Omega$. Определете тока който протича във веригата [2].

Този въпрос може да се разработи като се използват инструменти в e-learning от:

1. Множество възможни отговори.
2. Влачене и пускане в изображение.
3. Влачене и пускане в текст.

За изработване на отоплителна печка се използва проводник със специфично съпротивление $\rho = 0,5 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$, при сечение на проводника $S = 0,5 \cdot 10^{-6} m^2$. Каква е неговата дължина за да се получи съпротивление 10Ω [2].

Решение на тази задача, е удобно да се представи на учениците посредством инструмент влачене и пускане в изображение moodle, e-learning.

Използваме (влачене и пускане А) Преобразуваме спрямо (влачене и пускане С). Получаваме (влачене и пускане б).

$$A) R = \rho \frac{l}{S}, \quad B) \rho = R \frac{S}{l}, \quad C) l = R \frac{S}{\rho}$$

$$a) 2,5 m \quad б) 10 m \quad в) 25 m \quad г) 5 m$$

Коя зависимост за извършената работа от електричен ток, ще използвате за да решите следната задача:

Миксер през който е протекъл ток $I = 2 A$ за време $1000 sec$ при напрежение $220 V$.

Каква работа е била извършена? Консумираната енергия се определя посредством:

$$A = qU = UIt = I^2 Rt = \frac{U^2}{R} \cdot t = Pt \quad (3)$$

$$A) 160 kJ \quad B) 180 kJ \quad B) 200 kJ$$

Посочете един от възможните варианти (Верен отговор А).

Тази задача предоставя възможността да се разработи с инструменти (истина/неистина), (множество възможни отговори) в e-learning. Ученикът натрупва умения чрез решаване и изследване на другите величини участващи в зависимостта. Преподавателят използва web базиран обучаващ софтуер: physics problem solver и под меню force work power and energy. Ако зададем стойности на две величини търсим трета.

Ако знаем големината на ток, консумираната от електроуред електроенергия за единица време и напрежението. Колко е съпротивлението $R=?$ на миксера Отг:..... (верен отговор 40Ω)

Подобни варианти на решение и анализ на задачите ни дава software, e-learning: Physics problem solver. Могат да се използват програмни езици HTML, PHP, JAVA Script, C#, за разработване на такива платформи от страна на преподавателя. Такъв тип урок беше представен от двама дипломанти в катедра „Методика на обучението по физика“ под ръководството на доц. Цветко Попов от дипломант Иван Георгиев включващ web платформа с под менюта за симулации на лабораторен практикум на бифиларно, пружинно и физично махало. Използваният софтуер посочен от дипломанта е: Notepad++ – безплатен редактор за

програмен код, Apache HTTPD – HTTP сървър с отворен код, PHP – безплатен език за server-side програмиране, miTeX – безплатна система за изпълняване и превод на LaTeX математически изрази, Menu – безплатно JavaScript/DHTML меню за уеб страници, GNU Wget – безплатен инструмент за неинтерактивно теглене на файлове от уеб, поддържа HTTP, HTTPS и FTP протоколи, Subversion – система за управление на версиите (заместител на CVS), TortoiseSVN – Subversion (SVN) клиент, реализиран като разширение на Windows shell.

Заклучение

Изграждането на STEM обучителна среда поставя много важни въпроси: Разработване на web базирани обучителни платформи за нуждите на общообразователните предмети: математика, физика, химия, За сега се наложиха платформите с отворен достъп, от които по-известните от тях са **Moodle, e-learning, IZZI, smart test за on-line learning**. По отношение на чуждоезиковото обучение много добра е платформата **BELL –Bulgarian – English Language Learning**. От преподавателите ще се изисква непрекъснато подобряване на техните умения за разработване на подобни софтуерни продукти.

Литература

- [1]. М. Максимов, *Физика и астрономия 8 клас*. Булвест 2000, 2009
- [2] Е. Златкова, Г. Дянков, К. Янакиева, *Физика и астрономия 9 кл.*, изд „Анубис“ 2018
- [3] <https://www.symbolab.com/solver>
- [4] <https://phet.colorado.edu/>

Азбучен указател

Ангелов Калин.....	78, 125	Коцева Ивелина	6
Атанасова Лилия	20	Кунис Фабиен.....	60, 134
Бъчварова Екатерина.....	14, 45	Личева Мария.....	142
Василева Пенка.....	130	Масленкова Елена.....	102
Ватралова Албена.....	14, 45	Недялков Петко.....	40
Гайдарова Мая	134	Панчева Велика.....	147
Ганева Таня	102	Рангелова Роза.....	106
Георгиева Ана.....	20	Русинов Илко	35
Гошева Милена.....	52	Такучев Николай.....	29
Даракчиев Йордан	40	Тютюлков Клавдий.....	84
Димитрова Нели	90	Узунова Даниела.....	68
Добрев Георги.....	153	Христова Цеца.....	110
Драганова-Христова Руска	74	Цонев Николай.....	125
Екснер Гинка.....	119, 142	Чапанов Явор	45
Иванова Елизабет М.....	119		
Илчев Константин	113		
Костадинова Радка	97		

СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“

е издание на Съюза на физиците в България, което публикува оригинални и обзорни статии във всички области от физиката.

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

АБОНИРАЙТЕ СЕ

Абонамент за 1 година (4 броя) – 20 лв.

За членове на СФБ – 16 лв.

За ученици, студенти и пенсионери – 10 лв.

Ако желаете да се абонирате, пишете на worldofphysics@abv.bg

Цена за 1 книжка – 5 лв.

СТАНЕТЕ НАШИ АВТОРИ

Може да изпращате статии за публикуване в списанието като прикачени файлове на същия адрес.

Броевете на списанието можете да намерите на сайта ни

wop.phys.uni-sofia.bg

и на адрес:

Съюз на физиците в България, Физически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“
бул. „Джеймс Баучер“ 5, София 1164
Тел. + 359 2 62 76 60,
e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg,



НАЦИОНАЛНИ КОНКУРСИ ПО ФИЗИКА ЗА УЧИТЕЛИ „Акад. МАТЕЙ МАТЕЕВ“

По предложение на Съюза на физиците в България са учредени две ежегодни награди на името на акад. Матей Матеев, председател на СФБ от 2001 до 2010 год., които се присъждат на учители по физика от Международната фондация „Св. Св. Кирил и Методий“.

Наградите се присъждат за постижения, както следва:

- „За изключителни постижения при откриването и развитието на млади таланти“;
- „За постижения при създаване на условия за най-подходяща учебна среда“

Представянето на участниците в двата конкурса може да бъде направено от самите кандидати, от тяхното училищно ръководство, група членове на СФБ или регионалните клонове на СФБ. За всеки от тях трябва да бъдат представени кратки биографични данни и справка за професионалната и педагогическата дейност на кандидата. Участниците в двата конкурс могат да бъдат индивидуални или колектив от учители. Наградите са парични, стойността им се определя от Международната фондация „Св.Св. Кирил и Методий“ и традиционно се връчват от представители на Фондацията по време на поредната Национална конференция по въпросите на обучението по физика.

Срокът за представяне на кандидатурите се обявява на сайта на СФБ <http://upb.phys.uni-sofia.bg/>



**Международна фондация
"Св.Св. Кирил и Методий"**