


СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“
Фондация „Еврика“

51-ва НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО
ВЪПРОСИТЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО
ФИЗИКА

**Образованието и научните
изследвания по физика – фактор
за устойчиво развитие**

10 – 13 април 2023 г., град София

С ЛЮБЕЗНОТО СЪДЕЙСТВИЕ НА
Столична Община, БулАтом, Тита-Консулт ООД

Медийни партньори: Българска телеграфна агенция ,
сп. Светът на физиката, Национално издателство **ЗЗ-ГУКИ**,

Наука OFFNews, 



Национален организационен комитет:

Председател: проф. д.н. Евгения Вълчева

Зам.-председатели:

проф. д.н. Мирослав Абрашев

проф. д-р Желязка Райкова

доц. д-р Нели Димитрова

Секретар: Милка Джиджова

Членове: проф. д.н. Иван Лалов, проф. д.н. Ана Георгиева,
проф. д.н. Сашка Александрова, доц. д-р Мая Гайдарова,
доц. д-р Стефан Вълков, доц. д-р Гинка Екснер,
д-р Лилия Атанасова, Пенка Лазарова, Силвия Стойчева,
д-р Милена Дамянова

Организационен комитет – София:

Председател: доц. д-р Василка Пенчева

Членове: доц. д-р Елена Халова, проф. д-р Митко Гайдаров, доц. д-р
Мария Коларова, гл. ас. д-р Мая Жекова, Фабиен Кунис,
Милена Гошева

Сборникът е съставен под редакцията на:

проф. д.н. Евгения Вълчева

доц. д-р Нели Димитрова

доц. д-р Мая Гайдарова

51-ва Национална конференция по въпросите на обучението по физика
„Образованието и научните изследвания по физика – фактор за устойчиво
развитие“

Издание: © СФБ

ISBN 978-954-91841-8-1

ISBN 978-954-91841-9-8 (e-book PDF)

Всички права са запазени

Съдържание

ПОКАНЕНИ ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ	6
<i>Александър Драйшу</i> , Популяризирането на физиката – необходима стъпка по пътя към устойчиво развитие	7
<i>Иван Лалов</i> , Устойчивото развитие на България и българската физика	15
<i>Пенка Мъглова, Алексей Стоев, Цветан Паров</i> , Върху фундаменталния характер на космическите изследвания на Слънцето и слънчево-земните взаимодействия.....	21
ДОКЛАДИ СРЕДНО ОБРАЗОВАНИЕ	29
<i>Христо Попов</i> , Нестандартно решение на една стандартна задача.....	30
<i>Красимир Витларов, Желязка Райкова</i> , Формиране на природонаучна грамотност като елемент за устойчиво развитие на учениците	36
<i>Ана И. Георгиева</i> , Промяна на образованието за постигане на устойчиво развитие. Добри практики в българското и европейското образование.....	41
<i>Нели Димитрова</i> , Учебна среда и обучение по физика	46
<i>Христина Атанасова</i> , Извънкласни проектни дейности по физика	52
<i>Елизабет Иванова, Гинка Екснер</i> , Приложение на научните постижения в съвременните напоителни системи като основа за устойчиво развитие и спасяване на световното население от глад	57
<i>Анета Георгиева, Гинка Екснер</i> , Приложение на съвременни технологии за устойчиво управление на водни ресурси	63
<i>Веселина Георгиева, Гинка Екснер</i> , Технологии 3D принтиране – приложение за медицински фантоми	69
<i>Даниела Иванова, Желязка Райкова</i> , Изследователските задачи като средство за формиране на устойчиви знания и умения у учениците при изучаване на топлинни явления в учебния предмет „Физика и астрономия“, 8-клас.....	75
<i>Стоянка Костадинова</i> , Оптимизиране на работата по проектно-базиран подход, основан на темперамента на участниците	81

<i>Юлиана Белчева, Елица Михайлова, Светлана Енева,</i> „Радиоактивните ядра – предизвикателства и възможности“ – интердисциплинарен урок в десети клас	87
<i>Марияна Филипова,</i> Съвременна наука и мотивиращата ѝ комуникация в училище	91
<i>Екатерина Писанова, Нина Герева, Желязка Райкова,</i> Идентификация на погрешни представи (мисконцепции) относно дуализма „частица – вълна“: типични мисконцепции, изследователски инструменти и източници	97
<i>Нина Герева, Желязка Райкова, Екатерина Писанова,</i> Формиране на STEM компетентности чрез проектна дейност при изучаване на темата „Топене и втвърдяване“ в учебния предмет „Физика и астрономия“, 8-ми клас	105
<i>Костадина Кацарова, Желязка Райкова,</i> Прилагане на изследователския подход при изучаване на темата „Механика“ от учебното съдържание по физика за VIII клас – начин за формиране и развитие на устойчиви знания и умения	111
<i>Весела Димова,</i> Нравствеността в природните закони – предпоставка за устойчиво развитие на индивидите и обществата	116
<i>Росица Манолова-Иванова,</i> Реализиране на идея чрез Google Сайтове за интегрирано съдържание в обучението по предметите физика и астрономия и икономика в годината на устойчивото развитие	122
<i>Христина Петрова, Елисавета Марева,</i> Някои аспекти, свързани с прилагане на компетентностния подход в обучението по физика в средното училище	128
ДОКЛАДИ ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ	135
<i>Илко Русinov,</i> Електронен модул с приложение в практическото обучение на студентите по физика в областта на автоматизацията на експеримента	136
<i>Тодор Е. Влахов, Йордан Г. Маринов, Георги Б. Хаджихристов,</i> Твърди полимерни йонни електролити с наночастици от графенов окис.....	141
<i>Алексей Стоев, Пенка Мъглова, Огнян Огнянов, Мина Спасова,</i> Фундаментални изследвания на разпределението и еволюцията на „космическите отпадъци“ около Земята	147

<i>Пламен Савов, Майя Вацкичева, Ентропия, възобновяеми източници на енергия и опазване на околната среда</i>	152
<i>Иван Попов, Използването на гръцкия огън до XI в.....</i>	158
<i>Георги Добрев, Иван Хаджиев, Николай Паунков, Определяне чувствителността на фотопанел.....</i>	169
<i>Peťa Ivanova-Radovanova, Acoustic modeling in support of sustainable development and improvement quality of life.....</i>	173
<i>Филостратос Титопулос, Автоматизация при измерване на осветеност в работна среда.....</i>	179

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/51NK.html>

ПОКАНЕНИ

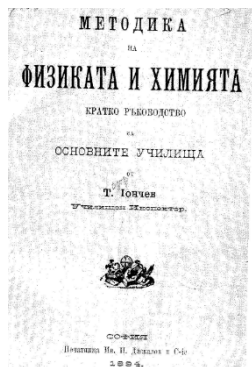
ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

Популяризирането на физиката – необходима стъпка по пътя към устойчиво развитие

Александър Драйшу
 СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет

Ще направя опит да споделя някои свои мисли за необходимостта от популяризиране на образованието и на научните изследвания по физика. Говорейки за физика, искам ми се да вярвам, че казаното може би в известна степен се отнася и за другите фундаментални науки.

Не съм на нивото да опитвам да определя какво е физиката, но бих цитирал авторитети, които очертават някои нейни страни. От една презентация на доцент Мая Гайдарова за развитието на физиката през Възраждането особено впечатление ми направи написаното от училищния инспектор Тодор Йончев през вече далечната 1894 г. в неговото кратко ръководство за основните училища, озаглавено „Методика на физиката и химията“:



Стр.22
 "...опитите не са нищо друго, освен зададени въпроси на природата. За да се разбере това, що ще ни отговори, трябва да наблюдаваме точно началото, траението и края на нейните прояви. Изучим ли ги точно явленията, тогаз се захващаме да ги сравняваме помежду, да търсиме, по що си приличат, по що не, и дохождаме до умозаклучения, а чрез тях до системи, теории и хипотези. Така се изучава природата и е възможно да вникнем що годе в тайните на непонятните още нам сили, които правят, крепят и управляват целата Вселенна..."

„... опитите не са нищо друго, освен зададени въпроси на природата. За да се разбере това, що ще ни отговори, трябва да наблюдаваме точно началото, траението и края на нейните прояви. Изучим ли ги точно явленията, тогаз се захващаме да ги сравняваме помежду, да търсиме, по що си приличат, по що не, и дохождаме до умозаклучения, а чрез тях до системи, теории и хипотези. Така се изучава природата и е възможно да вникнем що годе в тайните на непонятните още нам сили, които правят, крепят и управляват целата Вселенна...“

Това покойният академик Матей Матеев, безспорен авторитет сред колегията и изявен физик-теоретик, кратко формулира пред Факултетния съвет на Физически факултет: „Физиката е експериментална наука!“

Как да опитаме да очертаем какво е „устойчиво развитие“? В областта на физиката и на фундаменталните науки това е приблизително ясно. За мен прекрасно го формулира Карл Сейгън в книгата си „Космос“: „На Земята няма друг вид, който да се занимава с наука. Поне засега тя си остава единствено човешко изобретение, развито в мозъчната кора – вследствие от естествения подбор и по една единствена проста причина – защото върши работа. науката не е

съвършена – може да бъде използвана за лоши цели. Тя е само инструмент, но със сигурност е най-добрият инструмент, с който разполагаме – способен да се самокоригира и развива, и приложим към всичко.“ Малко по-малко оптимистично, на друго място той пише „... ние, хората, сме постигнали съмнителната техническа характеристика да можем да си създадем свои собствени катастрофи – както целенасочени, така и по невнимание.“

Ако приемем, че разбираме обхвата на думите „устойчиво развитие“, добре е да си дадем сметка в името на какво се стремим към него. Един относително повърхностен отговор би могъл да бъде: *В името на децата, на младите и на не толкова млади хора, в името на следващите поколения!* Естествено изниква въпросът за образованието на хората – и на тези, изкушени от красотата на физиката, и на тези, просто желаещи да разбират света, в който живеят. И така стигнахме до ролята на изследователя и до ролята на учителя.

“The scientific man does not aim at an immediate result. He does not expect that his advanced ideas will be readily taken up. His work is like that of the planter—for the future. His duty is to lay the foundation for those who are to come, and point the way.”

Nikola Tesla

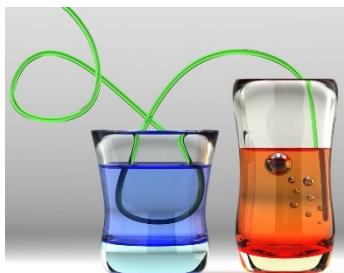


Не мога да ги формулирам по-добре от Никола Тесла, който казва: „Човекът на науката няма за цел незабавния резултат. Той не очаква, че напредничавите му идеи веднага ще бъдат възприети. Работата му е като на земеделеца – за бъдещето. Неговият дълг е да положи основата за тези, които идват и да покаже пътя.“ Ако Тесла добре е описал ролята и на учителя, а университетските преподаватели са и учители, то дали думите му, в по-общ план, не очертават и дълга на родителя да възпитава децата си? Според мен отговорът е „ДА“.

Поне в началото, ценностните системи на младите хора се изграждат в семейството и в училището. Да вменим цялата отговорност на учителите е просто нереално, най-малкото защото би било късно. Биха били пропуснати първите 7 години... Убеден съм, че българският учител, с авторитета, професионализма и човешките си качества, всеки по своему, възпитава учениците си в непреходните човешки ценности. Но възпитанието започва далеч по-рано, в семейната среда. Би могла ценностната система, която семейството изповядва и възпитава, да е под мотото „бързи пари – лъскава опаковка“. Не мисля, че тя би довела до „развитие“, макар че би могла да доведе до устойчиви нагласи. Съвсем опростено, под „устойчиво развитие“ разбирам такова, на базата на здрави морални и етични норми, възпитавани в семейството и доизградени от достойни български учители. Разбирам интелектуално развитие, което започва от това детето да задава въпроси, започващи със „защо?“, а младият човек – въпроси, започващи със „... а не може ли...?“ Ако развитието на един млад човек върви така, той ще гледа света с отворени очи, ще го разбира, ще може да осмисля огромната фактология, достъпна в Интернет, ще може да формулира физически смислени въпроси, ще може да търси отговорите им. Не е необходимо всички да са изкушени от фундаменталните науки, в частност – от физиката, но е добре да разбират света, в който живеят, за да живеят пълноценно.

Тук, за мен, се очертава важноста на популяризирането на физиката преди училищната възраст, в семейството, като междинно звено между обучението

по физика в училищната степен и в държавните висши училища, също и като продължаващо обучение и популяризиране през целия живот. (Визирам държавните висши училища, тъй като такова финансово скъпо, макар и ценно за обществото образование, в България се води само в тях...). Вероятно поради пристрастията ми в оптиката и сродните ѝ области, примерите, които ще си позволя да дам, са основно от там.



Когато малкото дете стои пред чашата с топъл чай, може би може да му се обясни, поне приблизително, че сламката или чаената лъжичка се вижда като счупена, защото двете ѝ части се виждат през две различни среди – въздух и течност, едната – рядка, другата – плътна

Всеки родител естествено се стреми да запази живота и здравето на детето си. Когато му обяснява правилата за пресичане на улица, със сигурност би могъл да му обясни, че кол-

кото по-бързо се движи една кола, толкова по-дълъг път изминава, докато спре. На тази възраст проблемът за кинетичната енергия и за силата на триене не са толкова важни.



Всеки родител се стреми да пази детето си. Тогава би могъл да му обясни, че когато в мъглив ден светлините на фаровете на колите се разсейват, за шофьорите видимостта спада и трябва особено много да се внимава.

Формирането на дъга, въпросът за цвета на земния небосвод, за цвета на небето на други планети, за Релеевото разсейване – те предполагат обяснения на по-

напреднали ученици. Но те, ентузиастично рани от получените нови знания, биха могли да ги припомнят на родителите си.



На по-големи деца може да се обясни по-високото отражение на обновените пътни знаци – смисъла на това, какво е отражение, какво е насочено отражение, как работи триъгълна призма (ретрорефлектор) и че може приблизително такава структура да се формира с печатарска технология.

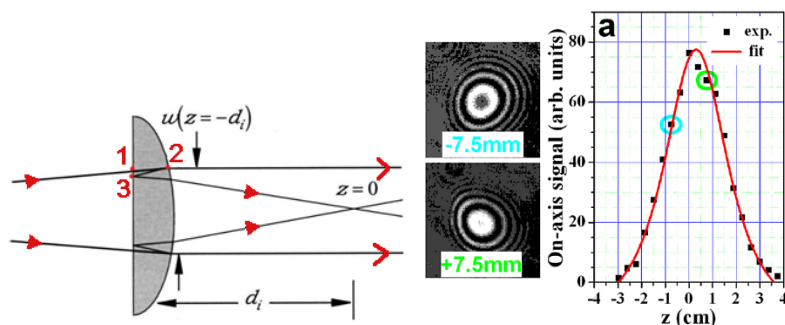


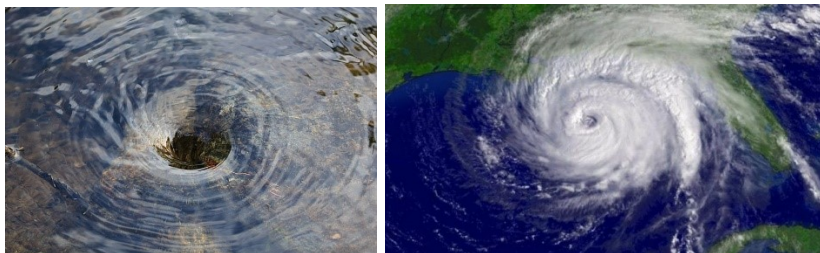
Че светлината е нещо красиво, детето за пореден път ще види и осъзнае, виждайки дифракция на светлина от повърхността на CD. Не е необходимо на неговата крехка възраст да разбере защо се случва, но е добре да почувства красотата на цветовете.

Поотраснало, неминуемо родителите учат детето да работи с пари. Тогава не е ли времето да му обърнат внимание върху холограмните защити на банкнотите – не единствено върху смисъла им, а върху дифракционния ефект и върху това, че при копиране той се губи. Това е не лош повод самите родители да си припомнят кой е Петър Берон и какво представлява Рибният буквар...



Отражението и пречупването на светлината на границата между среди с различни показатели на пречупване и интерференцията се преподават, разбира се. Биха могли и да се обединят, и да се постави един прост и много нагледен експеримент – интерференция в интерферометър с една леща. Ако трябва да съм откровен, съвсем отскоро аз и моите колеги го ползваме, когато е подходящо. Всъщност експериментът предполага лазер (лазерна показалка), съвсем обикновена фокусираща леща, без никакво антиотражателно покритие, и CCD-камера (например такава от мобилен телефон). Особено показателно е, че дифракцията от прашинка прилича на интерференчната картина в този интерферометър, но интерференчната картина се наблюдава само в много тясна област около вторичния фокус на лещата, а дифракцията – практически винаги.





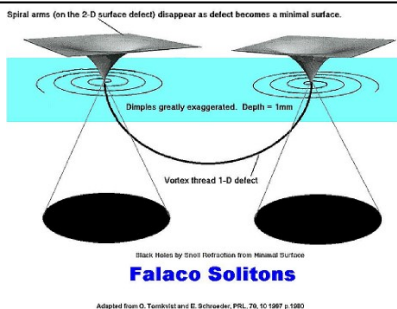
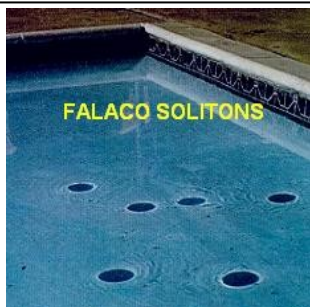
И млади, и възрастни, разхождайки се сред природата, са виждали водовъртеж във водна повърхност. Един от тях, изкушен от въпроса „защо?“ би могъл да потърси аналогия между водовъртежа във вода и торнадото, да помисли за сингулярност в полето на скоростта на флуида и да стигне до обяснението за „покоя в окото на бурята“.



С още малко фантазия, защо да не се опитаме да си представим черна дупка? Гравитационна сингулярност? Хоризонт на събитията?



За малко дете демонстрацията би могла да бъде много по-достъпна – „водовъртеж“, предизвикан в чаша чай с лъжичка или солитон на Фалако в детския басейн с вода. Те, разбира се, могат да се обяснят и просто, но физически вярно, и по-сложно, но достъпно – най-много с промяна на профила на водната повърхност и по-високия показател на пречупване на водата спрямо този на въздуха.



По една или по друга причина, почти всеки вече ползва и носи у себе си мобилен телефон. Колко от нас, обаче, си дават сметка как почти винаги можем да се свържем с желания партньор за разговор, независимо дали седим неподвижни, вървим или се движим с висока скорост в превозно средство? Защо телефоните се обозначаваха като „клетъчни“, преди да станат „смартфони“? Дали всъщност комуникацията от клетка, в която телефонът ни е регистриран в момента, до базова станция и оттам – до клетката на партньора в разговора ни, не е оптична комуникация? (Да, особено в градски условия!) Това са въпроси, на които всеки би могъл да потърси отговора и така малко по-добре да започне да разбира заобикалящия ни свят и ... електромагнитния смог...

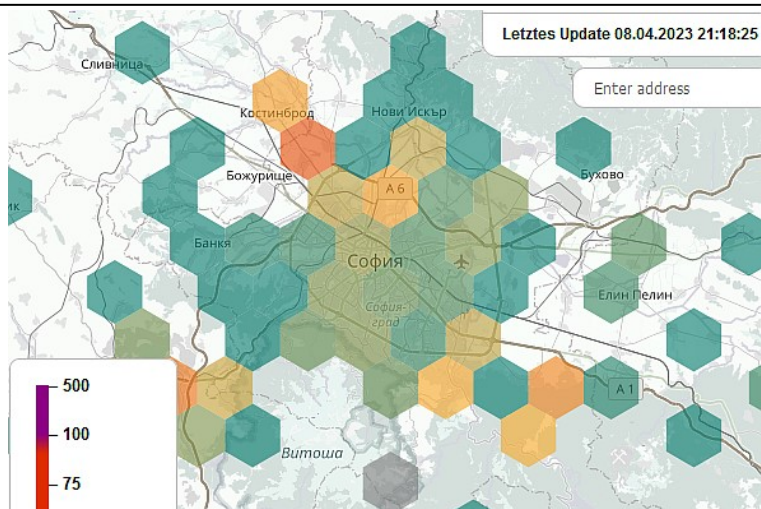
Тук е крайно време да спра с примерите и да отправя посланията си.

Да възпитаваме децата и внуците си като мислещи хора, задаващи въпроси „защо?“ и „как?“. В тях е надеждата за устойчиво развитие, защото те ще са двигателите на развитието. Устойчивостта се цели в името на тяхното бъдеще. Може би тези израснали млади хора ще започнат, плахо или не, да обясняват явленията в света на родителите си и на възрастните си баба и дядо. Те, от своя страна, ще започнат също малко по-добре да разбират света и ще се чувстват по-комфортно в него. Може би младите хора биха могли да стимулират по-възрастните към така нареченото „учене през целия живот“.

Защо това е важно да се прави както с ентузиазъм, така и с научна прецизност? Бих дал пример с т.нар. „гражданска наука“. Конкурсът на Европейското физическо дружество EPS Citizen Science Competition стартира в рамките на проекта Surrounded by Science – проект, финансиран от Европейския съюз. Той има за цел да насърчи научните дейности извън училище, които могат да повишат интереса на широката общественост към науката.

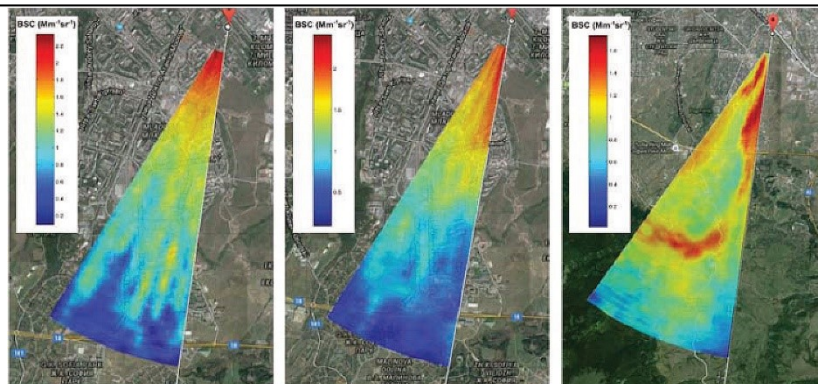
Следващата информация е от сайта <https://airbg.info/>.

„Какво е Citizen Science? Citizen Science – включете се и Вие! Проектите Luftdaten.info / AirBG.info за измерване на фините прахови частици (ФПЧ) в заобикалящата ни среда са блестящ пример за Гражданска Наука (Citizen Science). Може да станете един от многото сглобили сами или осиновили измервателни станции, като инсталирате станция у дома, в офиса, на вилата, при ваши роднини и приятели.“



Личното ми мнение е, че една такава хубава инициатива бе зле организирана, поне в София. В началото средствата за масова информация ѝ даваха много голяма гласност, заклеявайки относително по-ниските стойности от 5-те станции на Изпълнителна агенция по околна среда в София, която е към Министерство на околната среда и водите (6-тата е на Копитото, на Витоша). Един „частен“ сензор преди около 5 години струваше около 40 Евро, но с такива сензори, монтирани в нерегулирани условия, например до комини и барбекюта, се заклеяваха прецизни апаратури на МОСВ. След като активистите бяха убедени, че сензорите им трябва да бъдат калибрирани в контролирани условия спрямо данните на станциите на МОСВ, данните от гражданската мрежа започнаха добре да се съгласуват с „официалните“ и ... пикантността на темата намаля. Единственият смислен резултат бе, че Софийска община купи (по програма „Балкани-Средиземно море“ (2014-2020) на Европейския съюз, съфинансирана от националния бюджет) и въведе в експлоатация на 22 сензорни станции за фини прахови частици (проект AIRTHINGS). С други думи – на 22 места в София има показания за концентрация на фини прахови частици, за които на сайта на Софийска община пише „Данните са индикативни и поради спецификата на използваните технологии в сензорните станции, при определени условия, е възможно отклонение в измерените показатели.“

Научно прецизната техника на лазерно сондиране на атмосферата и измерване на аерозолно обратно разсейване още преди това е била демонстрирана на Софийска община с възможностите експресно (за около 2 минути по направление) да локализира източниците на тези замърсявания с разделителна способност под 20 метра. Посрещнати на думи много добре, тези измерителни техники и данни впоследствие са напълно negliжирани от Софийска община.



Управляващите и журналистите, пишещи за наука, трябва да бъдат ограмотявани. Това е особено важно за управляващите на различни нива, тъй като решенията, които те вземат, се влияят както от липса на здрави фундаментални и на конкретни знания, така и от мотивации, нямащи нищо общо с научните данни и с изводите от тях.

И въпреки всичко, трябва да вървим устойчиво и напред. Личното си място и дълг виждам в донякъде закъснелия опит да организирам колегисъмишленици за цикъл от лекции на популярно ниво, за всички заинтересовани, за постиженията и предизвикателствата пред физиката. Така поне разочарованите от риалити-шоута от типа на „Биг Бродър“ и „Ергенът“ биха отделили малко време да направят нещо добро за себе си, за разбиранията си за света, защо не – и за близките си. Ако приложат на дело призива „Предай нататък“, уверен съм в устойчивото развитие на страната ни. Напълно наясно съм, че популяризирането на постиженията на физиката може само да съпровожда обучението и научните изследвания, но мисля, че не е за пренебрегване.

Устойчивото развитие на България и българската физика

Иван Лалов

СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет

1. Увод

На 2.12.2021 г. ООН прие резолюция, с която обявява периода от 1.07.2022 г. до 30.06.2023 г. за Международна година на фундаменталните (базисни) науки за устойчиво развитие. Като фундаментални науки са изредени физика, химия, биология, математика (и може би антропология), но неизвестно защо са пропуснати науките за Земята. Годината 2022 не е най-подходящото време да се говори за устойчиво развитие (УР), тъй като световният ред след Студената война се променя през последните години. Още повече, че след резолюцията на ООН започна война в Украйна. Въпреки това, ние трябва да обсъждаме проблемите на устойчивото развитие, за да знаем към какво се стреми човечеството.

В единодушно приетата резолюция Общото събрание не обсъжда целите на УР, които са предмет на по-раншна резолюция от 2015 г. По-подробно, обаче, са отбелязани ролята и важноста на фундаменталните науки за УР на човечеството, като основа за технологичния напредък, при обучението на бъдещи специалисти, а също като фактор за посрещане на бъдещи предизвикателства пред човечеството.

За това в резолюцията: „ООН приканва всички държави – членки, организации от системата на Организацията на обединените нации и други глобални, регионални и субрегионални организации, както и други заинтересовани страни, включително академичните среди, гражданското общество, международни и национални неправителствени организации и др. да повишават осведомеността за значението на фундаменталните науки за устойчивото развитие, в съответствие с националните приоритети“. Общото събрание на ООН мотивира решението си с „високата стойност за човечеството на фундаменталните науки“, както и с факта, че „повишената глобална осведоменост и повишеното образование в областта на фундаменталните науки“ е от жизненоважно значение за постигане на устойчиво развитие и за подобряване на качеството на живот на хората по целия свят. Общото събрание на ООН също така подчерта, че „фундаменталните науки и нововъзникващите технологии отговарят на нуждите на човечеството, като осигуряват достъп до информация и повишават здравето и благосъстоянието на хората, общностите и обществата“.

Особено ще подчертая оценката за високата стойност на фундаменталните науки за човечеството, за устойчивото развитие в съответствие с националните приоритети, ролята им за повишаване на образованието, здравето и благосъстоянието на хората, общностите и обществата. В следващата точка от доклада ще се спира накратко на глобалните, цели на УР. Бих искал също основно внимание да насоча към нашите национални приоритети в обществения живот и в икономиката и, в съответствие с темата на конференцията, към ролята на образованието и на научните изследвания по физика за реализацията на приоритетите.

2. Глобални цели на УР на света

Ще си позволя еретичната мисъл, че времето на Студената война беше време на устойчиво развитие. Тогава съществуваха две обществени системи, наричани и два лагера. Всяка система имаше своите принципи, ценности и идеология, своя икономика и планове за бъдещите си действия във вътрешен и в международен аспект. Двете системи се конфронтираха и бяхме свидетели на множество кризи. Но действията на страните бяха предвидими и съществуваше взаимно разбиране за недопустимостта на ядрена война. Така всяка страна устойчиво реализираше своите цели в продължение на десетилетия. В крайна сметка Студената война завърши с известните резултати за всяка система. Нейният край показва, колко важно е да се набележат правилните цели на УР.

Обнадеждаващото е, че преди няколко години ООН формулира УР като основна насока на международния живот, а също – целите на УР, които се наричат „17 цели, за да се трансформира света“. Те са изброени по-долу:

1. Не на бедността.
2. Край на глада.
3. Добро здраве и добро съществуване.
4. Качествено образование.
5. Равенство между половете.
6. Чиста вода и добри санитарно-хигиенни условия.
7. Чиста енергия на добра цена.
8. Сигурна работа и икономически растеж.
9. Индустрия, иновации и инфраструктура.
10. Намаляване на неравенствата.
11. Устойчиви градове и общности.
12. Отговорна консумация и продукция.
13. Адекватни мерки за борба срещу климатичните промени.
14. Животът във водата.
15. Животът на сушата.
16. Мир, справедливост и ефикасни институции.
17. Партньорства за реализиране на целите.

Като се вижда, този списък на целите пред човечеството представлява един политически и дори етичен кодекс за бъдещ хармоничен свят. Разбира се, нито в човешкия живот, нито в историята на човечеството намеренията се реализират изцяло. Но както споменахме, ние трябва да знаем към какво се стремим.

Фундаменталните науки имат съществен принос и роля при реализирането на голяма част от изброените цели и очакванията на международната общност към науките са огромни. Ще отбележим и високото място на качествено образование, непосредствено след целите, които правят възможно самото съществуване на човека и на нациите. Част от мотивациите да се развият фундаментални науки чрез финансиране и селекция на способни млади хора е връзката на дадена тема или проблем с глобалните цели на УР. Тази връзка трябва да се подчертава в нашата преподавателска работа и в изследванията.

3. За устойчивото развитие на България

След 1989 г. България преживя продължителен преход, който се изразяваше в смяна на икономическия модел, политическата система и външнополитическата ориентация. Важно постижение бе влизането през 2007 г. в Европейския

съюз, осигурило ни развитие в по-голяма, стабилна и естествена за нас среда. Разбира се, проблемите на ЕС (и на света) създават проблеми за устойчивото развитие и на нашата страна. В днешния променящ се свят на 2022-2023 г. ние не сме пощадени от глобалните тревоги за бъдещето и от общите проблеми на ЕС. Към тях се добавят специфични проблеми на развитието, често пъти причинени от самите нас. Въпреки всички резерви, нашето развитие може да се характеризира, ако не като стабилно (устойчиво), то като метастабилно. Имаме основания да се надяваме, че в следващите едно-две десетилетия нашето обществено развитие ще следва и стабилизира досегашните тридесетгодишни насоки. Кои фактори определят сегашното и бъдещото устойчиво развитие?

На първо място надеждите за възходящо развитие на икономиката, която дори в сегашната обстановка на кризи, показва устойчивост. На икономиката – държавна и частна – е необходима сигурност и политическа стабилност, добре образовани кадри, пазарни възможности вътре в страната и с външните партньори.

На следващо място бих поставил квалификацията и усъвършенстването на човешкия фактор (и, разбира се, преодоляване на демографската криза). Моята тревога е, че именно човешките ресурси ще създадат в следващите десетилетия най-сериозни проблеми пред устойчивото ни развитие – може би недостатъчен брой и мотивация на квалифицирани творци и изпълнители в отраслите, които дават най-голяма добавена стойност (и не само там).

Трета група фактори на устойчивото развитие се отнасят до връзките на страната и на отделните обществени групи със своите страни-партньори, икономически и дори военни партньори, съюзи, организации и др. Нашият досегашен опит налага да изведем като важен фактор повишаването на икономическата и обща култура на групите и на членовете на обществото.

Устойчивото развитие изисква яснота пред обществото, групите в него и членовете на обществото за посоката на развитието, за усилията и средствата, необходими за това, ясен обществен договор и ясни задължения на всеки член от обществото.

В такава светлина следва да се разглеждат мястото, задачите и дълга на колегията от физици за обучението и възпитанието, за ролята на научните резултати за икономиката и културата, както и за нашата част на подготовката на инженери, специалисти по природни науки, медицина, компютърни науки и др.

4. Образованието по физика в България като фактор на устойчивото развитие

Обикновено разглеждаме образованието по физика като реализация на учебни планове и програми в средните училища и университетите. Все по-широко се обсъжда това образование като част от програмите за формиране на ключови компетентности. Резолюцията на ООН мотивира важността на образованието с вече цитирания пасаж. „Повишената глобална осведоменост и повишеното образование в областта на фундаменталните науки са жизнено важни за постигане на устойчиво развитие и за подобряване на качеството на живот.“ Няма съмнение колко е важна физиката за устойчивото развитие след Втората световна война и в бъдеще. В тази насока следва да оценим съдържанието и резултатите от образованието по физика.

Най-напред са нашите усилия за информираността на учениците и на сту-

дентите относно постиженията на съвременната физика. Това създава интерес към нови познания за нейните клонове, за природните явления и закони и за нашето място в света, но също това е база за преодоляване на ненаучни преубеждения (пример – теория за плоската Земя). Устойчивото развитие означава устойчиви познания при всеки член на обществото.

Безусловна е ролята на физиката при създаване на съвременните технологии, които правят нашия живот качествен и непрекъснато го променят. Познаването на тази връзка е не само резултат от любопитство, но и осигурява възможности за бъдеща квалификация на високо ниво (т.е. от физиката към технологиите).

Учениците и студентите трябва да почувстват и разберат ролята на физиката в техните бъдещи професии. Не става дума само за модела на мислене и подхода, възприет във физиката, а за познания, непосредствено свързани с изпълняваните дейности в инженерните клонове, медицината, самите природни науки и др. На пръв поглед изглежда, че връзката на физиката с тези професии се отнася за студенти и за ученици от профилираните гимназии, но, вероятно, такава връзка е по-обща.

Нашите възпитаници в средните училища и университетите трябва да бъдат информирани за отражението и влиянието на физиката върху качеството и дори начина на живот на всеки. Съвременните поколения трудно си представят живот без модерните съобщителни средства и без компютри. В съвременния си вид те са резултат от многостранно развитие на научни клонове и технологии и физиката има много важна роля. Признаването на тази роля от по-широки обществени групи ще ги подготви за възприемане на нови открития (например квантови компютри, управляем термоядрен синтез), които ще са фактор за бъдещо устойчиво развитие и влияние върху качеството на живот.

Като се обръщаме отново към резолюцията на ООН, ще споменем информираността на ученици и студенти относно националните ни приоритети, които осигуряват устойчивото развитие. Като многообещаващи, но някои – и проблемни, ще отделим приоритетната ни заинтересованост в областта на енергетиката, информационните технологии, микроелектрониката, климатичните промени, метеорология, земеделие, оптични технологии, зелена икономика. Наш дълг е при разглеждане на определени теми да намерим и да подчертаем връзката с устойчивото развитие на България.

Естествено, споменатите аспекти не изразяват изцяло отношението „физика – образование – устойчиво развитие“. Моята цел е да представя схематично тази връзка и да насоча вниманието на колегията към необходимостта тя да се представя обективно и атрактивно, за да привлече към физиката вниманието на обществото и бъдещи физици.

5. Научните изследвания по физика в България и националните приоритети

В началото на тази част ще повторя друг цитат от резолюцията на ООН: „фундаменталните науки и нововъзникващите технологии отговарят на нуждите на човечеството, като осигуряват достъп до информация и повишават здравето и благосъстоянието на хората, общностите и обществата“.

Научните изследвания по физика в България най-общо са насочени да изпълняват тези задачи. По своята тематика те следват световните тенденции, раз-

бира се, със съществуващите ограничения на достатъчен брой квалифицирани учени в редица области и на финансиране. Като се отчита, че тематиката на научните групи е дългосрочна и консервативна, не е лесно да се посочат нейните връзки с националните приоритети и устойчивото развитие. Без съмнение понататъшна прагматична насока на българската физика ще се реализира в недалечно бъдеще, наложена от нашите връзки с международни научни организации, нуждите на икономиката и смяната на поколенията.

Научните изследвания по физика се класифицират като фундаментални и приложни. Веднага ще изразя своето (а може би общото) разбиране, че без фундаментална наука няма приложни изследвания. Нивото на научните изследвания пряко или косвено влияе върху образованието на средно и висше ниво. Образованието е един важен национален приоритет и българското общество, след период на загърбване на образованието, отново се изправя пред реалността (виж отношението към заплатите на учителите). Толкова по-необходими са научните изследвания за самото образование.

Фундаменталната наука и нейните представители пряко влияят върху достъпа до научна информация на широки слоеве, а също – върху тяхната обща и професионална култура.

Успешното развитие на фундаментални научни области зависи от израстването на висококвалифицирани учени, способни да привнесат у нас научните резултати и технологии. Без такива учени съществува опасност необходимите за икономиката съвременни приложения на науката да попаднат в ръцете на необучени хора.

Ще спомена най-трудните проблеми за науката пред тези, които вземат решения и работят в управлението на страната и науката: научната тематика, която да се финансира, и самото финансиране на фундаменталната наука като източници и размери.

За възходящото развитие на икономиката приложните изследвания в различни области на физиката са ключови. Тяхната пряка връзка с националните приоритети трябва да бъде предмет на отделен анализ. Ще споменем изследванията по ядрена и водородна енергетика, оптични и информационни технологии, микроелектроника, връзката климатични промени – метеорология – земеделие. Пренебрегването на приложните изследвания обрича икономиката на неефективност. През 1990 г. А. Луканов именно така обяснява невъзприемчивостта на социалистическата икономика към иновации (дори при закупено от Запада патенти) – липсата на приложна наука.

Даваме си сметка и сега колко е сложно да оценим и да използваме научните изследвания по физика за устойчиво развитие на България. Не преувеличаваме, ако заключим обаче, че липсва друга алтернатива.

6. Заключение

Този доклад съдържа определени мисли и идеи по темата „физиката и устойчивото развитие на България“. В известна степен той се отличава, както и цялата тематика на 51-вата Конференция, от обикновения подход, при който излагаме професионален опит или професионални резултати в научните изследвания и в образователната практика. По-скоро нашият поглед е отправен в посоката „А защо се трудим? Какво даваме и можем да дадем още на България?“ Моето убеждение е, че с целенасочени усилия можем да допринесем за устойчи-

вост на промените, привлекателни за българското общество и за самите нас – физиците.

Нашите главни цели обикновено са да внедрим у ученици и студенти знания по физика, продуктивни умения и подход. Но колегията има и граждански дълг – да възпитава у ученици, студенти, професионалисти-физици разбиране и стимулиране на дейности, насочени към устойчиво развитие на Европейска България.

Върху фундаменталния характер на космическите изследвания на Слънцето и слънчево-земните взаимодействия

*Пенка Мъглова, Алексей Стоев, Цветан Паров
Институт за космически изследвания и технологии
при Българска академия на науките*

Абстракт: В световната астрофизическа наука и в практическите ѝ приложения изучаването на Слънцето и слънчево-земните връзки заемат едно от важните места. Това се обяснява с влиянието, което слънчевата активност оказва върху физическите процеси, протичащи на Земята и в околоземното космическо пространство – магнитосфера и йоносфера, както и върху атмосферните, литосферни и биологични явления. Изследването на Слънцето и слънчево-земните връзки се извършва с наземни и космически средства за наблюдение.

Дискутирани са някои проблеми на слънчевата физика и слънчево-земните взаимодействия, които представляват интерес както за фундаменталната астрофизика, така и за практиката, оставайки и днес нерешени докрай. Обсъдени са и допълнителните научни изследвания, концентрирани главно върху:

- механизма на слънчевия цикъл;
- глобална структура на хелиосферата и смущения, идващи от Слънцето;
- механизъм на геоэффективността и прогнозиране на слънчевите явления (слънчево въздействие върху околоземните и земните процеси).

1. Въведение

През последните години в слънчевата физика и изследването на слънчево-земните взаимодействия са постигнати значими резултати благодарение на космическите изследвания. Много видове наблюдения са възможни само от Космоса и това определя незаменимото място на космическите изследвания в техния изследователски ареал. Постоянно нарастващото разбиране за влиянието на фактора „космическото време“ върху геосредата и различните сфери на човешката дейност определя практическата стойност на изследванията в тази област. Както и преди, много фундаментални научни проблеми на физиката на самото Слънце, звездите и астрофизиката на плазмата могат да бъдат решени само чрез наблюдение на Слънцето от орбитални астрономически платформи.

Слънцето, което преживява 11-годишен цикъл на слънчева активност и генерира спорадични активни явления (изригвания, емисии на материя и др.), осигурява почти цялата енергия за неживата природа и живите организми на Земята. Слънчевата енергия е и основната движеща сила за циркуляционните системи на атмосферата и океаните, както и климата на Земята. Енергията на Слънцето идва под формата на радиация, както и под формата на потоци от заредени високоенергетични частици.

Интереса към космическите влияния върху Земята съществува отдавна [1], но едва в средата на 20 век тази не съвсем определена област на астрофизиката получава концептуална рамка [2]. Специално място в проблема „Земя-Космос“ заемат слънчево-земните взаимодействия (СЗВ), които, разбира се, са част от

веригата на слънчево-планетарните отношения като цяло. По същество става дума за влияние на Слънцето и слънчевата активност (СА) върху цялата околослънчева среда (хелиосфера), включително и Земята. С този подход е възможно правилно да се разбере мястото на слънчево-земните взаимодействия в проблематиката „Слънце – планети“. По очевидни причини обаче, проблемът „Слънце-Земя“ заема изключително място в астрофизичните и геофизичните изследвания, тъй като цялото междупланетно и околоземно пространство е средата, в която живее Човечеството. Това определя и фундаменталния характер на слънчево-земните взаимодействия в съвременната астрофизика и геофизика на съвременния етап.

2. Структура на слънчевата атмосфера

Източникът на енергия и основните физични механизми за развитие на активни слънчевите явления на практика са невидими за външен наблюдател, тъй като са под повърхността на Слънцето – в така наречената конвективна зона. Съгласно стандартния слънчев модел, близо до повърхността на Слънцето възниква вихрово движение на плазмата и преносът на енергия навън се осъществява предимно чрез движенията на самата материя. Този начин на пренос на енергия се нарича конвекция и подповърхностният слой на Слънцето, където се получава, е съответно конвективната зона. Дебелината му е приблизително 200 000 km, а температурата ѝ пада с увеличаване на разстоянието от центъра на Слънцето в диапазона $\sim 10^6$ до ~ 6000 K.

Според съвременните данни ролята на конвективната зона във физиката на слънчевите процеси е огромен, тъй като в него се раждат и еволюират различни движения и взаимодействия на слънчева материя и магнитни полета. Поспециална е и ролята на конвективната зона при поддържане на хидростатично и термодинамично равновесие на Слънцето. Топлинното равновесие означава, че процесите на освобождаване на енергия във вътрешността на Слънцето, нейното отвеждане във вид на топлина към повърхността и излъчването ѝ от повърхността трябва да бъде балансиран. Теорията за еволюцията на звездите показва, че светимостта слабо зависи от скоростта на отделяне на енергия в ядрото на Слънцето и се определя главно от механизмите на топлоотдаване. Това е един от парадоксите на хидростатичното равновесие на звездите, което обяснява и относително ниската температура на слънчевата фотосфера. Необходимостта от поддържане на топлинен баланс води до факта, че Слънцето се оказва стабилна дългоживуща саморегулираща се система.

Наблюдаваната от Слънцето радиация произхожда от тънкия му външен слой, който наричаме фотосфера. Всъщност, атмосферата на Слънцето започва с фотосферата, чиято долна граница условно може да се счита за основа на слънчевата повърхност. Видимата повърхност на Слънцето се определя от тази дълбочина на атмосферата, по-ниско от която тя е практически непрозрачна. Тази повърхност обикновено се приема като ниво на което, когато се гледа отгоре, така наречената оптична дълбочина при дължина на вълната $\lambda = 500$ nm достига единица. От него се отчита височината h в атмосферата на Слънцето.

На повърхността на Слънцето можете да се наблюдава клетъчна структура, състояща се от ярки гранули на фона на по-тъмно междугрануляционно пространство. Размерите на зърната са малки, 1000 – 2000 km (около 1"), разстоянието между тях – 300 – 600 km. Около милион гранули се наблюдават едновременно на

Слънцето. Всяка гранула съществува няколко минути. Гранулите са заобиколени от тъмно празнини. В гранулите веществото се издига, а около тях пада. Грануляцията е проява на конвекция в по-дълбоките слоеве на Слънцето. Гранулите създават общият фон, на който могат да се наблюдават несравнимо по-машабни образувания – т. н. активни области. Последните включват набор от променливи структури (петна, факели, избухвания, протуберанси и др.), разположени в някои ограничени области на слънчевата атмосфера. Активните области са свързани с усилване в тях на магнитното поле от $\sim 10 - 20 \text{ G}$ до $\sim (4 - 5) \times 10^3 \text{ G}$.

Слънчевата активност обикновено се нарича съвкупността от наблюдавани от Земята активни явления в атмосферата на Слънцето, което води до промени в нейното излъчване в различни диапазони от електромагнитния спектър и потоци от частици с различни енергии: петна, влакна, избухвания, коронални масови изхвърляния, корпускуларни потоци и др. Състоянието на слънчевата активност се характеризира с няколко наблюдателни индекси, сред които най-дългата наблюдателна серия има относителния брой на слънчевите петна (число на Волф, W). Числото на Волф е комбиниран индекс и се дава с израза:

$$W = 10g + f,$$

където g е броя на групите слънчеви петна, а f е общия брой на слънчевите петна във видимото от нас полукълбо на Слънцето.

3. Основни ефекти на слънчево-земните взаимодействия

Обикновено във веригата на слънчево-земните взаимодействия се разглеждат следните канали на влияние на Слънцето върху Земята:

1) въздействие върху магнитосферата и йоносфера; 2) слънчево-тропосферни връзки; 3) хелиобиология (Слънце и биосфера); 4) слънчева активност и процеси в литосферата (неравномерно въртене на Земята, сеизмични явления); 5) резонансна структура и ритмика на Слънчевата система; 6) енергийни и информационни аспекти на слънчево-земните взаимодействия.

Изследването на отделните физически аспекти на СЗВ е необходимо в контекста на техните практически и прогностични възможности. И тук често и неочаквано се откриват нерешени проблеми дори в такива на пръв поглед добре проучени области като механизмите на взаимодействие в системата „слънчев вятър – магнитосфера – йоносфера – атмосфера“. През 1981 г., за да се опише взаимодействието на слънчевия вятър с магнитосферата, била предложена емпирична формула (параметър на Акасофу) [3], което позволява физически да се свържат енергията от слънчевия вятър погълната от магнитосферата (т.е. ефективността на взаимодействие), с размера на магнитосферата, скоростта на слънчевия вятър, посоката и интензитета на междупланетното магнитно поле (ММП). Този параметър дава разумни оценки на общата енергия от слънчевия вятър влизаща в магнитосферата. Някои изследователите смятат, че за по-точни оценки на енергийния баланс на магнитосферата е необходимо да се вземе предвид ефектът на вискозно триене на слънчевия вятър с магнитосферата.

Освен това, в [4] е показано, че ролята на скокообразни промени в плътността на слънчевия вятър върху геомагнитните смущения е била явно подценявана в сравнение с ролята му при скокообразни промени в скоростта. Наистина, анализът на параметрите на слънчевия вятър преди слънчева буря показва, че

плътността има основен принос за промените в динамичното налягане на слънчевия вятър. С други думи, плътността е важен геоэффективен фактор, който придружава началото на геомагнитната буря, докато скоростта и посока на вертикалния компонент на ММП (B_z) влияят върху интензивността и последващото развитие на магнитната буря. Днес се знае, че началото на повечето геомагнитни бури е свързано с промяна в плътността на слънчевия вятър обдухващ магнитосферата.

Значително внимание през последните десетилетия беше привлечено от очакваните или действително наблюдавани въздействия на геофизичните смущения върху прецизните физически измервания на природната среда и свързаните с това лабораторни експерименти, както и надеждността на хелиофизичните наблюдения [5]. Специално място заема изследването на хелиобиологичните аспекти на СЗВ. Това отчита многофакторния характер на проблема, както и ефектите на нестационарност и нелинейност в т.н магнитобиологични ефекти (МВЕ) [6], т.е. реакцията на биологичните обекти на въздействието на слаби естествени електромагнитни полета.

4. Физически механизми на слънчево-земните взаимодействия

Според съвременните концепции физическите механизми и каналите на въздействие на слънчевата активност (СА) са много разнообразни и сложни. Някои механизми на СЗВ се конкурират или усилват взаимно. Непълният списък изглежда така: 1) електромагнитно излъчване на Слънцето; 2) ударни вълни в слънчевия вятър; 3) йонизиращо лъчение (галактически и слънчеви космически лъчи). 4) нискофреkwотни пулсации на магнитосферата; 5) генерация на инфразвук в полярната атмосфера; 6) образуване на космогенни изотопи и нитрати; 7) тригерен механизъм при различни СЗВ- явления; 8) резонансни връзки в Слънчевата система и земните обвивки.

Сред физическите агенти на влияние, на първо място можем да поставим пълният поток от слънчева радиация, електромагнитни вълни и полета, слънчевия вятър, високоенергийни слънчеви космически лъчи (СКЛ), както и галактически космически лъчи (ГКЛ), космически прах и други. В същото време се подхожда критично при изследване на приложимостта на един или друг физически механизъм към общите проблеми в системата „Слънце-Земя“. Вземат се под внимание йерархията, нелинейна природа и реалните (или очевидни) неясноти около физиката на слънчево-земните взаимодействия. Мнозинството от съществуващи или предложени механизми на взаимодействие все още се нуждаят от задълбочена теоретична обосновка, наблюдателни или експериментални потвърждения. По-долу са дадени няколко характерни ефекта на СЗВ и тяхната съвременната интерпретация по отношение на възможни физически механизми, които ги обясняват.

Слънчево-тропосферни връзки

Периодичността на земното метеорологично време и в дългосрочен план климатичните промени на Земята привличат вниманието на астрономи и геофизици през последните десетилетия. Изследванията на слънчево-тропосферните връзки се развиват в няколко направления: статистически данни, числено моделиране, физическо (лабораторно) моделиране върху Земята и натурни експерименти в околоземното пространство. Техните резултати могат да бъдат обобщени по следния начин:

1. Хелиосферата влияе върху климата на Земята (слънчев вятър, ММП,

космически прах и др.).

2. Климатът може да е бил повлиян от нерегулярни инверсии на геомагнитното поле в далечното минало на Земята.

3. Съществува аналогия с наблюдавани физически процеси в камерата на Уилсън (образуване на капчици мъгла по траекторията на преминаваща заредена частица).

4. Нуклеацията (кондензация на водна пара) е важна, предимно върху отрицателните заряди в атмосферата на Земята.

5. Възможно е изкуствено въздействие върху валежите чрез йонизиращи лъчения (експериментална метеорология).

6. Ефектът на йонизацията върху образуването на облак може да бъде тестван в лаборатория, както това се прави на ускорителя на частици в CERN (Experiment CLOUD) [7].

Нека разгледаме влиянието на слънчевата активност върху параметрите на земната атмосфера, използвайки примера на вариациите на геопотенциала. Тази постановка описва извършената работа при повдигане на единица маса въздух в гравитационното поле на Земята от началното ниво с налягане $P(0)$ до надморска височина с налягане $P(h)$. Пионерната работа [8] убедително демонстрира промените в температурата на стратосферата, свързани с цикъла на слънчевата активност. Проучени са средните годишни стойности на височините на геопотенциалната повърхност с налягане от 30 hPa над Хавайските острови в субтропичния Тихи океан. Тези стойности са мярка за средната атмосферна температура под 24 km. Както се оказва, температурата варира във фаза с потока от слънчеви радиоизлъчвания с дължина на вълната 10,7 cm по време на 3,5 слънчеви цикъла (1957 – 1993). Амплитудата на вариациите показва, че ниската атмосфера при максимума на цикъла е с $0,5 - 1,0^\circ\text{K}$ по-топла, отколкото при минимума на слънчевия цикъл. Това е много силен отговор на атмосферата на „слънчевия сигнал“. От публикуваните данни в [8] обаче не става ясно дали този ефект е локален или глобален. Също така не е известно как температурната аномалия се променя с надморската височина.

Преди петнадесет години се появиха косвени доказателства [9], че слънчевата активност има дългосрочен ефект върху състоянието на земната термосфера (височина 200 – 800 km). На такива височини се намират орбитите на повечето изкуствени спътници на Земята (ИСЗ). Експертите на НАСА анализираха деградацията на орбитите на 5000 спътника, циркулиращи в интервала 200 – 600 km над Земята в периода 1967 – 2010 г. (почти четири цикъла на слънчева активност!). Както е известно, деградацията на орбитите се дължи на аеродинамичното съпротивление на термосферата. Резултатите от анализа показват, че при референтна височина от около 400 km плътността на термосферата претърпява значителни колебания, през последните четири цикъла на СА, като се наблюдава тенденция към системното му намаляване. Освен това през 2008 – 2009 г., т.е. минимума на 23-ия цикъл, плътността на термосферата се оказва с около 30% по-ниска от очакваното.

Според оценките на НАСА, в преминалия неотдавна безпрецедентен минимум на слънчевата активност се оказва, че „колапсът“ на термосферата е 2-3 пъти по-дълбок в цялата история на космическите полети. Освен това този дълбок колапс на термосферата трудно може да се обясни с актуалните модели на слънчевата активност и СЗВ. Не може да се изключи, че парниковите газове

могат да допринесат за промяната в плътността на термосферата. Въпреки това, във всеки случай, включвайки всички възможни хипотези и модели на термосферата ефектът не надвиши 40%. В опит да намерят алтернативно обяснение, авторите на [9] обръщат внимание на аномално намаляване на потока от слънчева радиация в крайната ултравиолетова област (100 – 280 nm) през 2007 – 2009 г. Такова намаляване, записано при измервания от борда на космическите апарати SOHO и TIMED, както и в суборбитални ракетни полети, може да бъде истинската причина за намаляването на плътността на термосферата.

Космическите лъчи и образуване на облаци

Един от възможните тригерни механизми във веригата на СЗВ може да бъде въздействието на галактичните космически лъчи върху тропосферните процеси [10]. В този механизъм, взаимодействието между основния поток слънчева енергия към топлинната машина „атмосфера“ и енергийния поток на ГКЛ се случва в тропосфера чрез йонизация на въздуха и образуване на облаци. Както е известно, атмосферата е отворена система, която се намира във вътрешността на магнитосферата, непрекъснато взаимодействайки си с повърхността на Земята (континенти, морета и океани), обменяйки енергия с други (външни) обвивки. В същото време тя е изложена и на постоянни физически въздействия (слънчева радиация, космически лъчи, космически прах, метеорити и др.). Слънчевата енергия определя скоростта на изпарение в атмосферата, както и космическите лъчи отговорни за образуването на кондензационните центрове. Важно е да се подчертае, че в същото време космическите лъчи са основният източник на атмосферна йонизация при височини на образуване и съществуване на облаци. Под действието на йонизацията на въздуха от космическите лъчи, парата кондензира и образува облаци в съответните слоеве на атмосферата. Образуването на облаци регулира албедото на атмосферата, т.е. достигането на слънчева енергия до земната повърхност. По този начин, физическият процес на енергопренос протича по схемата на „двустепенна усилвател“.

Енергийният поток на ГКЛ в орбитата на Земята е $0,1 \text{ nW/cm}^2$, а енергийният поток на типично тропосферно смущение може да достигне стойности от 1 mW/cm^2 . От това следва, че коефициентът на усилване в такъв тригерен механизъм е огромен и остава на нивото около 10^7 за интервал от 1 ден или по-малко [11]. Разбира се, тази опростена схема не взема предвид много важни връзки, като например ролята на електрическите полета и ледените кристали в атмосферата. От друга страна, наредено е установено, че основната роля в ускорения растеж на дъждовните капки принадлежи на отрицателните заряди (йони). От своя страна, това очевидно е и причината за гръмотевични бури и отрицателния заряд на земната повърхност. Пак в [4] се обръща внимание на факта, че по това време потокът от слънчева енергия е максимален близо до екватора, когато потокът от ГКЛ е минимален на екватора и максимален в полярните шапки на Земята, на географски ширини над $\pm 60^\circ$. Това трябва да допринесе за появата или засилването на меридионалната циркулация на атмосферата. При разбирането на механизмите на слънчево-атмосферните взаимодействия, слънчевите космически лъчи се оказват много полезни. Те служат като вид сонда в изследването на явления като изтъняване на озоновия слой, смущения в глобалната верига на атмосферното електричество, вариации в параметрите на резонансите на Шуман, промени в прозрачността на атмосферата и нейната турбулентност, образуване на космогенни изотопи и нитрати и др.

Хелио-биологични ефекти

Доскоро в хелиобиофизическите изследвания за обработка и анализ на наблюденията са използвали математически апарат, базиран на прости статистически модели. В тези модели обикновено не се взема предвид многофакторния характер на проблема, т.е. високата вероятност от едновременно въздействие на хелиогеомагнитни, метеорологични, социални и други фактори. Нестационарността на някои от тези процеси също не се взема предвид, например блуждаещият ефект на фазата на хелиогеофизични и биологични ритми. Изследването на магнито-биологичните ефекти е особено трудно поради тяхната нелинейност, например наличието на биотропни амплитудно-честотни прозорци на въздействие от електромагнитни полета.

Трябва да се отбележи, че в слънчево-земната физика като цяло, за изучаването на хелиогеофизичните серии от данни отдавна се използват такива мощни съвременни методи като вълнов анализ, невронни мрежи, разпознаване на образи. Въпреки това, в хелиобиофизиката (още наричана хелиобиология) подобни подходи са били игнорирани от предишните изследователи. В работа [12] се прави критичен анализ на приложимостта на тези методи към проблемите на хелиобиологията и техните ограничения. Авторите стигат до заключението, че при изучаване на хелио-биологични ефекти трябва да се използват съвременни методи за ситуационен анализ. Една от частните задачи била сведена до идентифициране на биотропни зони за съответните характеристики на космическото и земното време с помощта на методи за разпознаване на образи. В същото време изследователите разчитат на концепцията за линейна обвивка, което е логично продължение и развитие на техниката на сингулярен спектрален анализ.

Този подход позволява да се получат коректни статистически резултати с висок коефициент на корелация, от данни за честота на инфаркт на миокарда и атмосферна температура/налягане. Както се оказва, бързото нарастване на K_p -индекса, свързан с магнитните бури, имат значителен биотропизъм (20%) по отношение на острия миокарден инфаркт и острите нарушения на мозъчното кръвообращение. Що се отнася до пациентите с хипертония, е било установено че и двата фактора – магнитни смущения (K_p) и вариациите в атмосферното налягане (P_a) – действат едновременно, но техният относителен принос за това въздействие се изразява в съотношение 5:4. Няма съмнение, че разработените подходи в [12] могат да се използват за автоматично контролиране на влиянието на космическото и земното време върху човека в прогнозни системи, базирани на сателитна информация.

5. Заключение

В настоящата работа се опитахме да дадем най-значимата според нас информация за съвременните постижения и изключителни задачи в една многообещаваща област на астрофизиката – слънчево-земните взаимодействия. Основните цели на интердисциплинарните изследвания в тази област днес е определянето на парциалните въздействия на слънчевата и геомагнитната активност в околното пространство (на различни височини и мащаби) и правилна оценка на относителния принос на отделните фактори върху разнообразни явления и множество ефекти от СЗВ. При конструирането на физически механизми в много случаи е необходимо да се вземат предвид резонансната природа на явленията (хелиогеофизични ритми, биоритмология). Последните две направления несъмнено са

важни не само за слънчево-земната физика, но и за решаване на някои глобални епистемологични проблеми, като: съществуването на „биологичен часовник“ в човека, нашето място и роля във Вселената и др.

В заключение, искаме да отбележим, че пълната библиография по различни аспекти на СЗВ включва хиляди публикации, така че цитираните по-долу дават само начална нишка за по-подробно търсене.

Литература

1. Чижевский А. Л., Земное эхо солнечных бурь. — М.: Мысль, 1973. — 350 с.
2. Акасофу С., Чепмен С., Солнечно-земная физика. — М.: Мир, 1974—1975. — Т. 1—2.
3. Akasofu S.-I., Energy coupling between the solar wind and the magnetosphere // *Space Sci. Revs.* — 1981. — 28. — P. 121—190.
4. Хабарова О. В., Руденчик Е. А., Геоэффективность изменений плотности солнечного ветра. Основы новой методики прогноза магнитных бурь // *Актуальные проблемы физики солнечной и звёздной активности.* — Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2003. — Т. 2. — С. 521—522.
5. Мирошниченко Л. И., Физика Солнца и солнечноземных связей: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГУ, 2011.
6. Мигулин В. В., Мирошниченко Л. И., Обридко В. Н. Солнечно-земная физика: Проблемы и перспективы // *Вестник АН СССР.* — 1987. — № 10. — С. 83—89.
7. Kirkby J., Cosmic rays and climate presentation. — CERN Colloquium, 4 June 2009.
8. Labitzke K., van Loon H., Connection between the troposphere and stratosphere on a decadal scale // *Tellus A.* — 1995. — 47. — P. 275—286.
9. Solomon S. C., Woods T. N., Didkovsky L.V., et al., Anomalously low solar extreme-ultraviolet irradiance and thermospheric density during solar minimum // *Geophys. Res. Lett.* — 2010. — 37. — L16103. — P. 1—5.
10. Крымский Г. Ф., Космические лучи и околоземное окружение // *Солнечно-земная физика.* — Иркутск, 2002. — № 2. — С. 42—45.
11. Tinsley B. A., Deen G. W., Apparent tropospheric response to MeV-GeV particle flux variations: A connection via electrofreezing of supercold water in high-level clouds? // *J. Geophys. Res.* — 1991. — 96D, N 12. — P. 22283—22296.
12. Ожередов В. А., Бреус Т. К., Новые подходы к статистическому анализу рядов длительных наблюдений гелио-геомагнитной активности и медико-биологических показателей, реагирующих на нее // *Геофизические процессы и биосфера.* — 2008. — 7, № 1. — С. 27—32.

ДОКЛАДИ

СРЕДНО ОБРАЗОВАНИЕ

Нестандартно решение на една стандартна задача

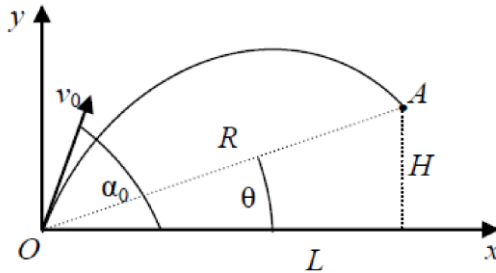
Христо Попов
СУ „Св. Климент Охридски

Абстракт. На решаването на физични задачи обикновено гледаме като на средство за затвърдяване на знанията и за изграждане на умения за прилагането им. Тук разширяваме посочените в [1] възможности за излизане извън тесните рамки на тези образователни цели, като показваме как решението на една задача може да илюстрира използването на хипотези в процеса на придобиване на ново научното познание.

В една стандартна кинематична задача се търси ъгълът α спрямо хоризонта, под който трябва да хвърлим тяло с начална скорост v , така че траекторията да мине през предварително зададена т. A (фиг. 1). Стандартното решение използва изученото в 11. клас уравнение на траекторията на тялото:

$$(1) \quad y = x - \frac{g}{2v^2} \cdot x^2,$$

което свързва параметрите на траекторията v и α с декартовите координати x и y на нейните точки.



Фиг. 1.

Ако означим декартовите координати на т. A с L и H , от (1) получаваме връзката:

$$(2) \quad H = L - \frac{g}{2v^2} \cdot L^2,$$

която е достатъчна за намиране на търсения ъгъл α . (Едно възможно решение е посочено например в [1].)

В по-сложния вариант на задачата началната скорост v на тялото вече е неизвестна¹. Такава задача е неопределена – съществуват безкрайно много ком-

¹ За конкретност по-нататък разглеждаме траекторията на снаряд. Примерът е удобен, защото началната скорост на снаряда може да се променя чрез увеличаване или намаляване на количеството взривно вещество в гилзата му. Един не толкова „милитаристичен“ (но може би по-интересен за учениците) вариант е задачата за пресмятане на минималната скорост и ъгъла, под който баскетболист трябва да хвърли топката, за да отбележи кош.

бинации от стойности на v и α , на които съответстват траектории, минаващи през т.А. От най-общи съображения за неизвестните са ясни само две ограничения:

– съществува минимална скорост v_0 , под която снарядът въобще не може да достигне мишената, независимо от началния ъгъл, т.е. непременно $v \geq v_0$;

– минималният начален ъгъл α е равен на ъгъла между хоризонталната посока и посоката към т. А (фиг.1), т.е. $\alpha \geq \theta$, независимо колко голяма е началната скорост v . (В противен случай траекторията със сигурност не достига т. А.)

Задачата става определена (и в този смисъл – стандартна) чрез добавяне на някакво допълнително условие – например големината на началната скорост да бъде минимална. Стандартното ѝ решение включва диференциране спрямо α на израза за v , получен чрез решаване на (2); приравняване към нула на производната и намиране на онзи ъгъл α_0 , за която началната скорост v_0 е минимална; заместване на намерения израз за α_0 в израза за v и получаване на израз за v_0 .

В [1] показахме още, че и тази задача се решава със средствата на елементарната математика, като решението даже не е единствено. По-долу представяме едно нестандартно решение, което използва *метода на хипотезите*.

Преди всичко ще напомним, че използването на хипотези за решаване на проблеми (т.е. за добиване на нови знания) включва:

а) **Обосновка** на хипотезата, т.е. подбор и систематизиране на вече известни факти (данни), получени или експериментално, или представляващи решения на проблема в частни случаи и др.п.

б) **Формулировка** на хипотезата – тук обикновено роля играе „прозрението“ („щастливата догадка“).

в) **Прилагане** на хипотезата – в случай, че тя не дава пряко решение на проблема.

г) **Проверка** на хипотезата – най-често чрез търсене на експериментални потвърждения на нейни следствия, чрез установяване на верността ѝ като следствие от по-общо истинно твърдение и др.п.

Задачата и нестандартното ѝ решение

В каква посока и с каква минимална начална скорост v_0 трябва да изстреляме снаряд, така че траекторията му да мине през мишена, намираща се на разстояние R от оръдието, ако посоката към мишената сключва ъгъл θ с хоризонта (т. А на фиг.1)?

Обосновка на хипотезата. Използваме два факта, познати от изученото в 11 клас движение на тяло, хвърлено под ъгъл спрямо хоризонта:

– максималната далечина на полета в хоризонтална посока на снаряд, изстрелян с начална скорост v_0 , се достига при начален ъгъл $\alpha_0 = 45^\circ$ и се описва с формулата:

$$(3) \quad l_{max} = \frac{v_0^2}{g};$$

– максималната височина, на която се издига снаряд, изстрелян със скорост v_0 вертикално нагоре (т.е. при $\alpha_0 = 90^\circ$) се описва с формулата:

$$(4) \quad h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}.$$

Първата нестандартна стъпка е осъзнаването на факта, че тези две формули дават отговор на задачата в двата частни случая $\theta = 0^\circ$ и $\theta = 90^\circ$. Наистина, решени спрямо v_0 , равенства (3) и (4) приемат вида:

$$(5) \quad v_0 = \sqrt{gl_{max}} \quad \text{и} \quad v_0 = \sqrt{2gh_{max}}.$$

Като отчетем, че по своя смисъл l_{max} и h_{max} представляват точно максималните разстояния R , на които в тези случаи се отдалечава снарядът, на равенствата (5) вече може да придадем *нов смисъл*:

Минималната начална скорост, която трябва да придадем на снаряд, за да попадне в мишена на разстояние R от оръдието, е съответно:

$$(6) \quad \text{когато } \theta = 0^\circ \rightarrow v_0 = \sqrt{gR}, \quad \text{като при това } \alpha_0 = 45^\circ;$$

$$(7) \quad \text{когато } \theta = 90^\circ \rightarrow v_0 = \sqrt{2gR}, \quad \text{като при това } \alpha_0 = 90^\circ.$$

Следователно равенства (6) и (7) действително дават отговор на задачата в частните случаи $\theta = 0^\circ$ и $\theta = 90^\circ$ – факт, който използваме за обосновка на хипотезата.

Преходът от равенства (3) и (4) към равенствата (5), представлява ключов момент в нестандартното решение. От математична гледна точка едните са еквивалентни на другите – те просто са решени спрямо различни величини. От физична гледна точка обаче този преход е съществен, тъй като позволява да оценим от друг ъгъл връзката между величините: в единия случай говорим за максимално разстояние, а в другия – за минимална скорост, а способността да се разглеждат фактите под различни ъгли е важен елемент на творческото мислене.

Формулировка на хипотезата. Втората нестандартна стъпка включва търсене на общото между формулите (6) и (7). Преди всичко отбелязваме факта, че и в двата случая *изразите за α_0 не зависят от разстоянието R^2* . За да открием общото по отношение на зависимостта на α_0 от θ , трябва да вникнем по-дълбоко в същността на ситуацията, (т.е. отново търсим друг ъгъл за оценката ѝ). Оказва се, че за тази цел по-подходящ е езикът на геометрията, който в случая позволява да изразим зависимостите (6) и (7) в ясна словесна форма.

Когато в клас решаваме задачата за разстоянието, на което се отдалечава в хоризонтална посока изстрелян под ъгъл α снаряд, обикновено се задоволяваме с извода, че това разстояние е максимално, когато снарядът е изстрелян под ъгъл 45° е спрямо хоризонта. Така формулиран обаче, този извод не стимулира по-нататъшни разсъждения. До интересни изводи може да стигнем, ако успеем да свържем стойността 45° с характерните за задачата направления, които в случая са три – две известни и едно – неизвестно:

- направлението на земното ускорение – вертикално, известно;
- направлението към мишената – ъгъл θ , известно;
- посоката на началната скорост – ъгъл α , неизвестен.

От тази гледна точка в разглежданата ситуация (фиг. 1) са съществени два ъгъла:

- ъгълът $(\alpha - \theta)$ между посоката на началната скорост и посоката към ми-

² В [1] показахме, че всъщност независимостта на α_0 от R следва от елементарен анализ на размерностите.

шената;

– ъгълът ($\frac{\pi}{2} - \alpha$) между вертикалата (направлението, по което действа земното ускорение) и посоката на изстрела.

Изводът, че при $\theta = 0$ първият от тези ъгли е $\alpha_0 = 45^\circ$ означава, че в този случай тези два ъгъла са равни:

$$\frac{\pi}{2} - \alpha_0 = \alpha_0 - \theta.$$

Геометричният смисъл на това равенство е очевиден: за да поразим цел на хоризонта с минимална начална скорост, *трябва да изстреляме снаряда по посока на ъглополовящата на ъгъла между вертикалата и посоката към мишената*. Оттук за търсения ъгъл α_0 намираме:

$$(8) \quad \alpha_0 = \frac{\theta}{2} + \frac{\pi}{4}.$$

Следващ ключов момент в решението е констатацията, че и във втория частен случай, когато мишената е над оръдието ($\theta = \alpha_0 = \frac{\pi}{2}$), ъглите θ и α_0 са свързани със същото равенство (8), т.е. **и в този случай** началната скорост е по посока на ъглополовящата на ъгъла между вертикалата и посоката към целта. (Не е необходимо голямо въображение, за да осъзнаем факта, че посоката на ъглополовящата на ъгъл 0° съвпада с общата посока на раменете на ъгъла.)

Установеният общ геометричен смисъл на формули (6) и (7) за двата частни случая ($\theta = 0^\circ$, и $\theta = 90^\circ$) провокира мисълта, че този факт може би не е случаен³ (това е „мигът на прозрението“) и води до следната работна хипотеза:

За да достигне произволно разположена мишена с минимална начална скорост, един снаряд трябва да бъде изстрелян по посока на ъглополовящата на ъгъла между вертикалата и посоката към мишената.

Прилагане на хипотезата. В разглежданата задача хипотезата дава частичен отговор – определя само зависимостта (8) на α_0 от θ . Остава да намерим зависимостта на v_0 от θ и R . За целта използваме връзката (2) между дадените и търсените величини. Тъй като условието на задачата задава положението на мишената не чрез декартовите координати L и H , а чрез R и θ , с помощта на равенствата (вж. фиг. 1):

$$(9) \quad L = R \cos \theta \quad \text{и} \quad H = R \sin \theta$$

преминаваме в (2) към новите променливи, като след известна преработка получаваме връзката:

$$-\tan \tan \theta = \frac{gR}{2v^2} \cdot \frac{\cos \cos \theta}{\alpha}.$$

Като решим това равенство спрямо v^2 и използваме формулата за разлика

³ Разбира се, фактът би могъл да бъде резултат и от случайни обстоятелства. Както например от това, че и $2+2 = 2x2$, и $0+0 = 0x0$ съвсем не следва, че за всяко n е изпълнено равенството $n + n = n \times n$. Един *контрапример* (напр. $1+1 \neq 1x1$) лесно опровергава подобна хипотеза. Посочените две равенства са просто следствие от факта, че уравнението $2x = x^2$ има само два корена – 0 и 2.

на тангенсите от два ъгъла, получаваме:

$$(10) \quad v^2 = \frac{gR}{2} \cdot \frac{\theta}{\cos \alpha \sin(\alpha - \theta)}.$$

Този израз за v^2 е валиден за всяка траектория, която минава през мишената, т.е. за всяка стойност на α . В частния случай, в който според направената хипотеза началният ъгъл на стрелбата се определя от равенство (8), от (10) получаваме:

$$(11) \quad v_0 = \sqrt{gR(1 + \sin \theta)}.$$

Следователно, **ако хипотезата** е вярна, решение на задачата са формулите (8) и (11).

Проверка на хипотезата. Веднага се вижда, че в частните случаи $\theta = 0$ и $\theta = \frac{\pi}{2}$ формула (11) се редуцира до познатите резултати (6) и (7). Това, разбира се, не доказва верността на хипотезата – трябва да покажем, че за **всяка** стойност на θ от интервала от интервала $0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ и за **всеки** начален ъгъл $\alpha \neq \alpha_0$ необходимата за поразяване на мишената скорост v е по-голяма от пресметнатата по формула (11).

За целта, с помощта на формулите (10) и (11) образуваме отношението $\left(\frac{v}{v_0}\right)^2$ и го преобразуваме във вида:

$$(12) \quad \left(\frac{v}{v_0}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\theta}{\cos \alpha \sin(\alpha - \theta)(1 + \sin \theta)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1 - \sin \theta}{\cos \alpha \sin(\alpha - \theta)} = \frac{1 - \sin \theta}{\sin \theta (2\alpha - \theta - \sin \theta)}.$$

Тъй като $0 < 2\alpha - \theta \leq \frac{\pi}{2}$, то $0 < \sin(2\alpha - \theta) \leq 1$ и тогава знаменателят на последната дроб наистина не надминава числителя, т.е. $\left(\frac{v}{v_0}\right)^2 \geq 1$.

И така, резултатът от нестандартното решение – формули (8) и (11), наистина представляват отговор на задачата, с което правилността на хипотезата е потвърдена.

„Сухият остатък“ от решаването на самата задача е удивително простото и лесно запомнящо се твърдение, че ако **искате да поразите цел с минимален разход на ресурси (взривно вещество – при артилерийска стрелба, запасена в мускулите енергия – при баскетболна игра и пр.)**, трябва да насочите стрелбата по **ъглополовящата на ъгъла, заключен между посоката към целта вертикалата**.

Хипотезите като средство за получаване на научно познание

В училище на решаването на физични задачи обикновено се гледа като на средство за затвърдяване на знанията, за изграждане на умения за прилагането им и пр. Според Учебната програма по физика и астрономия [2] обаче една от основните **цели** на профилираната подготовка в 11. клас е „Развитие на теоретично мислене ... у учениците чрез усъвършенстване на представите им за ... *логиката*

на научното познание“ (к.м.). Нестандартното решение илюстрира добре възлови моменти от използването на хипотези за получаване на ново научно познание. (Фактът, че скоростта за достигане на определена цел е минимална, когато началната скорост на хвърленото тяло е по посока на ъглополовящата на ъгъла между посоката нагоре и посоката към целта, е несъмнено нов за учениците.) Така това решение показва, че спектърът от постижимите чрез решаване на задачи образователни цели може да се обогати, като в него се включи и посочената в [2] цел.

Нестандартното решение на конкретната задача откроява още по-детайлно основните моменти в процеса на поставяне на една задача и решаването ѝ с помощта на използването на подходяща хипотеза:

– Натрупване на начални данни – съвместното разглеждане на известните резултати (3) и (4);

– Осъзнаване, че записани във вида (6) и (7), формули (3) и (4) за два частни случая представляват отговор на един и същ въпрос – въпроса за минималната скорост.

– Формулиране на задачата – поставяне на въпроса за преход от частните случаи към общия случай;

– откриване на общия геометричен смисъл на (6) и (7), изразен с формула (8);

– формулиране на хипотезата („моментът на прозрение“);

– прилагане на хипотезата – формула (11);

– проверка на хипотезата – формула (12).

От изложението се вижда също, че нестандартното решение на задачата може да стимулира развитието на такива характерни за творческото мислене способности, като откриване на общото в няколко частни случая, оценка на фактите от различни гледни точки, извършване на преход от частното към общото знание и др.п.

Със сигурност не само в кинематиката, но и в другите раздели на училищната физика може да се открият задачи, които допускат нестандартни решения. Също толкова сигурно е обаче, че този подход е неподходящ за работа в клас. (Въпросът бе разгледан по-подробно в [1].) Нестандартният начин за решаване на задачи може да се използва например в индивидуалната работа с ученици, притежаващи необходимите способности и интереси към природните науки и математиката. Задача на учителя е да открие тези ученици, както и да подбере задачи, които допускат решение не само чрез хипотеза, но и по други характерни за научното мислене методи.

Източници:

1. Попов Хр., Една задача – пет решения, opus.2022.pdf (uni-sofia.bg)
2. Учебни програми за профилирана подготовка (mon.bg)

Формиране на природонаучна грамотност като елемент за устойчиво развитие на учениците

Красимир Витларов¹, проф. д-р Желязка Райкова²

¹главен учител по природни науки в ОУ „Васил Левски“ – Пловдив

²ПУ „Паисий Хилендарски“, Физико-технологичен факултет

Природонаучната грамотност е важен елемент за устойчивото развитие на учениците. Тя включва разбирането на природните закони и процеси, както и на влиянието, което човешката дейност има върху околната среда.

Разбираемо е, че учениците, които имат формирана природонаучна грамотност, са по-добре подготвени да решават проблемни въпроси, свързани с природните науки и околната среда.

Терминът „устойчиво развитие“ е въведен за първи път през се определя от 1987 г. и до днес се определя като: „развитие, което среща нуждите на настоящето, без да прави компромис с възможността на бъдещите поколения да посрещат своите нужди“ [1].

Терминът разбирането за *природонаучна грамотност* вече повече от 70 години има място се появява за първи път в педагогическата литературата за образованието през 50-те години на миналия век. В последните десетилетия формирането на тази грамотност се откроява като важна главна тенденция и цел на обучението по природни науки в задължителния етап на училищното образование в много страни [2]. Терминът „природонаучна грамотност“ е въведен през 1958 г. от Пол Хърд и използван в публикация, озаглавена: „Природонаучната грамотност“. От десетилетия насам постигането на природонаучна грамотност [2] е водеща тенденция и една от целите на масовото образование. Природонаучната грамотност е съществен елемент от поведението на устойчиво развитие с цел постигане на ключова компетентност за подкрепа на устойчивото развитие.

Тя може да послужи като научна основа за подобряване на ефективността на образователния процес чрез идентифициране на ефективни стратегии за преподаване на природни науки и образование за устойчивост.

Формиране на поведение за устойчиво развитие на учениците напоследък се определя като една от основните цели на обучението и се отнася до идеята за насърчаване на ученето на учениците в посока правилно отношение към запазване на естествената среда и ресурсите за бъдещите поколения. Това може да се постигне чрез целенасочено обучение на учениците относно важноста на устойчивостта и насърчаването им да възприемат природосъобразни практики в ежедневието си.

Нашето виждане за начините, по които това може да се направи, включват:

- Определяне на място за формиране на устойчивост в учебните програми; включване на устойчивото развитие като цел за екологичното образование при изучаването на природни науки и математика, за да придобият учениците задълбочено разбиране на проблеми като например: възобновяема енергия, опазване и управление на отпадъците и др.
- Насърчаване на сътрудничеството: създаване на възможности за учениците да работят заедно по проекти, които са свързани с решаване на проблеми,

като насърчават работата в екип и сътрудничеството (например: учениците да участват в екологични проекти – като програми за рециклиране, инициативи за засаждане на дървета и събития за почистване на общността).

- Използване на съвременни технологии и медии: използването им като онлайн ресурси и интерактивни симулации, за ангажиране на учениците да учат за устойчивото развитие (например: използването на екологично чисти продукти, като бутилки за вода за многократна употреба, пазарски чанти за многократна употреба).

- Създаване на възможности за прилагане на изученото в реалния свят за реални ситуации (например: създаване на планове за устойчивост за тяхното училище или общност).

- Насърчаване на прояви на любов към природата: насърчаване на учениците да развият любов и признателност към природата (например: предоставят възможности за дейности на открито като туризъм, къмпинг и наблюдение на дивата природа).

- Насърчаване на учениците да променят поведението си към намаляване на своя въглероден отпечатък чрез използване на обществен транспорт, колелезене или ходене пеша, вместо шофиране и чрез намаляване на потреблението на енергия у дома и в класната стая.

- Насърчаване на критичното мислене: да се насърчават учениците да мислят критично за проблемите на околната среда и да развият свои собствени мнения въз основа на научни доказателства.

- Насърчаване на учене чрез практически дейности: дейности, като екскурзии, лабораторни експерименти и обществени проекти, могат да помогнат на учениците да разберат въздействието на човешката активност върху околната среда и да развият уменията, необходими за избор на осъзнати устойчиви решения.

Чрез прилагането на тези стъпки преподавателите могат да помогнат на учениците да развият знания, умения и компетентности, необходими за създаване на по-устойчиво бъдеще.

Формирането на природонаучна грамотност, която да доведе до осъзнато поведение за устойчиво развитие сред учениците може да играе решаваща роля за осигуряването на по-добро бъдеще за планетата.

Нашите наблюденията показват, че формирането на природонаучната грамотност при изучаване на учебния предмета „Физика и астрономия“, в прогимназиален и гимназиален етап, е свързано с развитието на правилно отношението към природата. Такова отношение започва да се формира още при изучаването на „Човекът и природата“ на 11-12 годишна възраст.

Смятаме, че изучаването на физичната величина „температура“ в пети клас има не само фундаментално значение за обучението по физика, но е и важен елемент от устойчивото развитие на учениците. Разбирането на температурата и нейното значение за природните явления може да помогне на учениците да се запознаят с приложния характер на науката физика, и да направят преценка за въздействието на човешките дейности върху планетата и климата.

За тази цел проведохме проектно-базирано обучение с ученици от 5. клас в ОУ „Васил Левски“ – Пловдив през учебната 2021/2022 година, което бе свързано с изучаването на величината „температура“ и нейното значение за климата, медицината и човешкото ежедневие. Поставихме си задача да анализираме рабо-

тите на учениците.

От учениците се искаше да работят на групи за да изготвят презентации по една от следните теми:

Група 1: Глобалното затопляне и значението на повишението на температурата.

Група 2: Значението на физичната величина „температурата“ в медицината, при производството на хранителни-продукти и в строителството.

Група 3: Начини за измерване на величината „температура“.

Изводи от работата на учениците:

Група 1:

Концепцията за глобалното затопляне и повишаването на температурите на земната атмосфера е основа за проявата на съзнателна грижа за околната среда. Като разберат значението на повишените стойности на температурата и ефектите от това, учениците могат да разберат по-добре проблемите, свързани с околната среда. Те могат да научат как температурата влияе върху свойствата на материалите, свързани с тяхната топлопроводимост, здравина и устойчивост. Тези знания могат да бъдат приложени в области като инженерството, строителството и дизайн, където изборът на материали и управлението на топлината са критични фактори за създаването на устойчиви продукти в строителството с екологична стойност. Разбирането на величината „температура“ помага на учениците на тази възраст осъзнаят голямото ѝ значение за материалните обекти и околната среда.

В презентациите на учениците присъства оценката им за голямото значение на тази величина за промените в климата. Присъствието на различни примери от ежедневието показва не само добра степен на обмисленост, но и разбиране за практическия характер на науката физика. Това е основа за формиране на научен мироглед, свързан с ролята на науката и разбиране на научния метод и неговото значение.

Повечето ученици са убедени, че температурата е решаващ фактор за живота – от регулирането на вътрешната температура на тялото, до контролирането на температурата в домовете и работните ни места. Научното разбиране за температурата и нейните ефекти върху материята позволява развитието на подходящи технологии за отопление и охлаждане, конструиране на термометри и системи за съхранение с контролирана температура. Тези технологии значително подобряват качеството ни на живот, като ни позволяват да регулираме нашата вътрешна и външна среда.

Резултатите от работите на учениците от втората група показват, че те имат ясно разбиране за значението на температурата и нейното измерване в медицината. Те изброяват примери за това как стойностите на температурата се използват за диагностициране и наблюдение на различни заболявания и за изследвания на въздействието ѝ върху човешкото тяло, които са довели до разработване на подходящо лечение. Най-много примери, които се дават са свързани с използването на измерването на температурата за диагностициране на заболявания. Например треската е често срещан признак на инфекция, а измерването на телесната температура е важна част от диагностичния процес. Измерването на температурата може да се използва за диагностициране на други медицински състояния, като хипотермия, хипертермия и нарушения на щитовидната жлеза. Повишаването на температурата при топлинната терапия се използва при лече-

ние на болка (мускулни болки) и възпаление, а понижаването ѝ се използва за намаляване на подуване и възпаление.

В областта на медицината температурата също е важна при разработването на нови технологии и лечения. Например: изследванията върху ефектите на температурата върху тялото доведоха до разработването на технологии като лекарства за понижаване на температурата и медицински устройства с контролирана температура. Като цяло температурата е ключов елемент в медицината и играе важна роля в диагностичния и терапевтичен процес. Значението му в тази област подчертава необходимостта от непрекъснато изследване и развитие, за да подобрим нашето разбиране за температурата и нейните ефекти върху тялото и да продължим да подобряваме качеството на медицинските грижи.

Показаното разбиране за ролята на науката в развитието на технологиите и строителството е добра основа за формиране на научен светоглед. Учениците разбират, че това, което се изучава в уроците по „Човекът и природата“ има значение за разбиране на света около тях и може да подобри живота им. Така може да се изгради убеждението, че е необходимо да се продължават инвестициите в научните изследвания и повече млади хора да се ориентират към професията на учения. Необходимо е да се разработват нови технологии за справяне с многото предизвикателства, пред които са изправени природата и обществото днес.

Учениците от третата група разглеждаха различни методи и устройства за измерване на температурата. Това е добра основа за разбиране на приложния характер на физиката и създава у тях умения за измерване и ориентация при четене на етикети и указания при покупки. Дейностите по тази тема изискваха учениците да демонстрират измерване на температура, което е начин да се формират експериментални умения. Това убеди учениците, че изучаването на физика ще им помогне да се справят успешно с практически задачи от ежедневието и им помогна да разберат ролята на науката за живота и хората.

Споделяният опит за формиране на научна грамотност чрез прилагане на проектно-ориентирано обучение смятаме, че ще е полезен за учителите по природни науки. Той ориентира за възможностите да се формира природонаучна грамотност при изучаване на величината „температура“ в 5. клас. Няколко годишната ни практика по преподаването на учебния предмет „Човекът и природата“ ни срещна с някои предизвикателства в желанието ни да развиваме у учениците на природонаучната грамотност чрез прилагане на метода на проектите:

- Не са малко учениците, които са във финансова невъзможност да правят проучвания или експерименти;
- Липсва достатъчно оборудване в кабинетите по физика;
- Необходими са все повече усилия за мотивиране на учениците.

Въпреки това, смятаме, че целенасоченото изграждане на природонаучна грамотност е добър начин да се формира поведение за устойчиво развитие у учениците. Учителят по природни науки има отговорността да формира основите на научните знания у подрастващите и така да им помогне да се справят с непрекъснатите промени в съвременния живот, силно повлиян от постиженията на науката и технологиите.

Литература:

- [1] Световната комисия по околна среда и развитие (Комисията Брундланд), Доклад „Нашето общо бъдеще“, 1987 г.
- [2] Zh. Raykova. Development Procedural Skills in Science Education – Constructivist approach, Plovdiv University Press, Plovdiv (2008)
- [3] Учебна програма по „Човекът и природата“ за V клас – <http://www.mon.bg/?go=page&pageId=1&subpageId=28>

Промяна на образованието за постигане на устойчиво развитие. Добри практики в българското и европейското образование.

Ана И. Георгиева

*Институт за изследвания на климата, атмосферата и водата,
Българска академия на науките*

Абстракт: В този доклад е направен опит да се определят критериите за добро училищно образование на базата на задедената от ООН през 2015 г. Програмата до 2030 г. Доброто образование дава възможност на учащите се да допринесат за постигането на **17-те цели за устойчиво развитие (ЦУР)** чрез **Образование за устойчиво развитие (ОУР)**. Тези цели са насока за всички учебни дейности не само в училището, а и извънкласните занимания и определят **Цялостния училищен подход (ЦУП)**. Компетентните учители имат значителен принос за прилагането на ОУР.

Много примери показват, че с малко смелост и креативност училищата и уроците наистина, без излишни усилия могат да бъдат изгодни трансформирани въз основа на 17-те ЦУР. Такива примери от България ще дадем с кратка информация за нашето участие и дейност в националната и европейска програма „Наука на сцената“.

1. Програмата до 2030 г.

Оригиналното заглавие е „**Преобразуване на нашия свят: Програмата до 2030 г. за устойчиво развитие**“. Тя е приета от 193-те държави-членки на ООН през 2015 г. Това е каталог от 17 всеобхватни цели и 169 подцели, които трябва да бъдат постигнати до 2030 г. Този каталог има за цел да обхване **всички области на устойчивото развитие**. Това означава **развитие, което не се отразява негативно на живота в никоя от страните по света или на бъдещите поколения**. Голяма е надеждата, че тази програма ще предизвика **фундаментална промяна** в световен мащаб към **екологично, икономически и социално устойчив начин на живот и икономика**. Амбициозните твърдения на програмата показват, че това е „**трансформираща визия [...] с безпрецедентен обхват и значение**“ (<https://sdgs.un.org/2030agenda>). Програмата до 2030 г. се състои от следните 5 части:

- В **Преамбюла** целите са ясно разделени в областите **Хора, Планета, Просперитет, Мир и Партньорство**;

- В **Декларацията на държавните и правителствените ръководители** се подчертава универсалната валидност на целите. Това означава, че отговорността е споделена и целите не са насочени само към отделни страни.

- В **Целите за устойчиво развитие** правата на децата са изрично подчертани като права за бъдещето, подчертани са и екологичните цели.

- **Средства за изпълнение на целите** са формулирани сравнително конкретно и е наблегнато на **глобалното партньорство** в осъществяването им.

- В последната част като заключение са формулирани **Последващи действия и обобщение**.

Разбира се, части от съдържанието на Програмата до 2030 г. водят до противоречива дискусия, защото тя не ангажира държавите с нищо и напредъкът в определени области дори не може да бъде проверен.

2. 17-те цели за устойчиво развитие (ЦУР)

„Ние сме първото поколение, което може да премахне бедността, и последното поколение, което може да се бори с изменението на климата.“ С тези думи бившият генерален секретар на ООН Бан Ки Мун описва голямата възможност, но и голямата отговорност на нашето поколение. Той подчертава две важни задачи за световната общност: опазване на климата и борба с бедността. Заедно с 15 други цели те формират 17-те ЦУР, т.е. **глобалните цели за устойчиво развитие в рамките на Програмата до 2030 г.**



17-те ЦУР <https://sdgs.un.org/goals> представляват опит да се начертае положителна визия за Земята през 2030 г. и тя да се свърже с измерими и проверими промени. В глобален мащаб всичките 17 ЦУР са еднакво важни. Чрез формулиране на всеобхватни цели, подцели и мерки за постигане на целите се прави опит да се разбият сложните глобални предизвикателства на управляеми единици. Всички тези цели обаче са взаимосвързани.

3. Образование за устойчиво развитие (ОУР).

Много политици и образователни експерти вярват, че **образованието е ключът към постигането на всички останали цели за устойчиво развитие**. Те се позовават на Нелсън Мандела, който наред с други политици, вярва, че образованието е най-мощното оръжие, с което да променим света. **Четвъртата от 17-те ЦУР** <https://sdgs.un.org/goals/goal4> поставя образованието на преден план. Под заглавието „Качествено образование“ трябва да се разбира приобщаващо, справедливо и качествено образование в световен мащаб и да се насърчат възможностите за учене през целия живот за всички. Според **Организацията на обединените нации /ООН/ основен критерий за качествено образование е образованието за устойчиво развитие (ОУР):**

<https://www.schooleducationgateway.eu/bg/pub/latest/practices/esd-teaching-lifestyle.htm>.

По отношение на учащите в училище ОУР **поставя за цел да се развият**

компетенции, които им дават възможност да анализират собствените си действия, като вземат предвид „техните настоящи и бъдещи социални, културни, икономически и екологични въздействия, от местна и глобална гледна точка“ (https://www.unesco.de/sites/default/files/2018-08/unesco_education_for_sustainable_development_goals.pdf). Съответно ОУР се различава от другите образователни подходи по това, че **подчертава бъдещото значение на собствените действия и способността за устойчивата им промяна**. Целта е да се насърчи, наред с други неща, системно мислене и действия, които включват взаимодействия между екология, икономика и социални въпроси. В смисъл на **трансформиращо и трансдисциплинарно образование**, ОУР има за цел да надхвърли границите на предметите и да разшири хоризонтите на обучение по различни начини. За преподаването ОУР представлява универсален ръководен принцип, при който уроците са свързани с целевите перспективи на ОУР във всички предметни области (https://esd-expert.net/files/ESD-Expert/pdf/Was_wir_tun/Lehr-und-Lernmaterialien/Teaching_the_Sustainable_Development_Goals.pdf).

Има различни стратегии за прилагане на ОУР в училищата. Най-дълбокото ниво на интеграция на ОУР е **трансформацията**. В този случай цялата училищна система се преосмисля отвъд класната стая в съответствие с водещия принцип за устойчиво развитие (цялостен училищен подход).

4. Цялостен училищен подход (ЦУП)

17-те ЦУР представляват опит за начертване на положителна визия на подход в цялата училищна система. Училищата могат да допринесат значително за постигането на 17-те ЦУР от Програмата до 2030 г. **Цялостният училищен подход** описва как едно училище може да бъде **трансформирано на всички нива** в съответствие с водещия принцип на Образование за устойчиво развитие (ОУР) (<https://www.ibe.unesco.org/en/glossary-curriculum-terminology/w/whole-school-approach>).

Важни нива на устойчиво трансформиране на училищния подход:

- преподаването и ученето;
- училищният живот;
- училищното управление и
- партньорствата или мрежите.

Училищният живот може да бъде обогатен от перспективи за устойчивост в различни точки. Например училищни събития като училищни състезания, спортни фестивали или театрални представления могат да бъдат свързвани с проблемите на устойчивостта възможно най-често. Във всеки случай **учениците трябва да бъдат демократично включени** в планирането на училищните дейности с оглед укрепване на ролята им на **агенти на промяната**. **Училищна демокрация** означава също така включването на всички други заинтересовани страни: **вътрешни** като например училищна администрация, гледачи, столова) и **външни** – родители, във възможно най-много процеси на вземане на решения.

Нивото на **училищно управление** включва области като управление на съоръженията или управление на човешките ресурси. Сградата на училище, ориентирано към устойчивост, се преустройва стъпка по стъпка с участието на всички заинтересовани страни. Това може да включва големи промени като фотовол-

таични системи, изолация или създаване на училищна градина. Но също и малки промени, които изискват малко усилия, като последователно разделяне на отпадъците или знаци за пестене на енергия до ключове за осветление и кранове за вода.

Ориентацията към устойчивост също е от съществено значение **в областта на управлението на човешките ресурси**. Вътрешно обучение и педагогически дни, например, могат да бъдат планирани с цел устойчиво развитие в и извън училището.

Друго ниво на „цялоучилищния подход“ са **училищните партньорства и мрежи**. Мрежата от училища по проекта на ЮНЕСКО е уникална контактна точка и добра практика в това отношение. <https://www.ibe.unesco.org/en/what-we-do>. Също толкова важни са **партньорствата с партньори извън училище**, тъй като ОУР изисква опит в ученето, който се простира отвъд класната стая. Постоянните партньорства с библиотеки или музеи, но също и с квартални кафенета или ангажирани частни лица разширяват хоризонтите на обучение и създават устойчиви образователни пейзажи, от които всички участници печелят.

5. Международна година на фундаменталните науки за устойчиво развитие в България

По предложение на **Международния съюз по чиста и приложна физика** (International Union of Pure and Applied Physics IUPAP), на пленарната сесия на Общото събрание на **Организацията на обединените нации** (ООН), състояла се на 02.12.2021 г. в Ню Йорк, с консенсус бе приета Резолюция 76/A/L.12 за провъзгласяването на 2022 г. за **Международна година на фундаменталните науки за устойчиво развитие** (The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development – IYBSSD2022). България, представявана от Съюза на физиците в България (СФБ), финансово подпомагана от МОН чрез споразумение, отново е член на IUPAP от 2019 г. В този контекст СФБ в България предложи на МОН – **План за събития** https://iybssd.bg/?page_id=51 през Международната година на фундаменталните науки за устойчиво развитие /МГФНУР/ и **Организационен комитет** за координиране на събитията от нея, разпределени в следните тематични групи: Физика, Науки за Земята, Химия, Биология, биофизика. Математика, Образование, Популяризиране на МГФНУР.



Целта е да се популяризират постиженията на фундаменталните науки и приложенията им за решаването на редица проблеми, пред които човечеството и в частност българското общество са изправени днес. В това отношение съществена е ролята на подписания договор за съвместна дейност между БТА и Съюзите на физиците (СФБ), на учените (СУБ), математиците (СМБ) и химиците (СХБ) в България.

6. Приложения на идеите на ОУР в България

В Плана за събития през МГФНУР в раздел **В5**. Дейности с ученици, свързани с природните науки и ролята им за опазване на околната среда и устойчивото развитие има запланувани 2 събития от **Участието на България в Европейската програма „Наука на сцената“**:



Последващо събитие на Европейския фестивал „Наука на сцената – 2022“ в Прага. 30.9 – 1.10.2022 г., СУ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ“, Севлиево.

На него бяха представени и споделени впечатленията на участниците в българската делегация на 12-ия европейски фестивал „Наука на сцената-2022“ в Прага, както и новите идеи и добри практики, които са обогати

тели опита им в преподаването на STE(A)M предмети в класната и извънкласна дейност им дейност. Като част от събитията от Националната програма за отбелязване на МГФНУР, на форума бяха представени в лекции и работилници връзките между научните дейности и постижения в областта на природните науки, както и ефектът им върху образованието и ежедневието живот.



Уебинар на тема: Как да подготвим успешен проект за Националния фестивал „Наука на сцената – 9“, 4.05. 2023 г. от 17 ч., на който STEM учителите в България получиха цялата необходима информация за предстоящия Националния фестивал „Наука на сцената – 9“, който ще се проведе на 20-22 октомври 2023 г. в СУ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ“, Севлиево. <https://scienceonstage.bg/home/fest/>. Националният фестивал е **подборен кръг** за участие в

едноименния **Европейски фестивал** <http://www.sons2024.eu/>, който ще се проведе в от 12 – 15.08. 2024 г. Турку, Финландия.

Бе **отправена и покана към STEM** учители с екип от ученици да проявят творчество като част от **Лигата на бъдещето**, като създадат в класната стая вълнуващи проекти, които изпълняват една или повече от 17-те цели за устойчиво развитие (ЦУР) в STEM.

Целта на инициативата „Science of Stage България“ е по забавен начин да вдъхнови интереса на ученици от различни възрасти към науката и технологиите и да повиши качеството на STEM образованието, като създава възможности за професионално развитие на преподаватели по тези дисциплини чрез повишаване на тяхната квалификация за създаване на интерактивни уроци, които да засилят интереса на учениците по предметите. Програмата предвижда да работи с мотивирани учители, които да станат част от мрежата.



Учебна среда и обучение по физика

*Нели Димитрова
ДИУУ, СУ „Св. Климент Охридски“*

Абстракт. В доклада се представят психологическите основания за интериорния дизайн на съвременната учебна среда за ефективно обучение по физика. Обобщени са данни от анкетно проучване, което измерва как учители по физика планират и променят физическата учебна среда в класната стая. Разглеждат се проучвания на педагози, както и добри практики на учители за организиране на учебното пространство с цел максимална удовлетвореност при педагогическото общуване и ефективност на обучителните събития в контекста на изграждане на научна грамотност у учениците за съвременни научни постижения и устойчиво развитие.

Изложение

За образованието основните въпроси, които всеки участник в предстоящото обучително събитие си задава е какво ще се прави, кой ще го прави, защо ще го прави, как ще го прави, къде ще се прави и кога ще се прави. Основен елемент в образователния процес е учебната среда, в която се случват взаимодействия между участниците. Нормативните изисквания за учебна среда са заложили наредба на Министерството на образованието и науката [1] с цел: гарантиране на безопасни и здравословни условия на образование; изграждане на ергономична среда за образование; развитие на материалната и културната среда, както и на интересите и удовлетворяване на индивидуалните потребности на децата и учениците. Но много често физическата учебна среда е нечия /без/отговорност и се приема за даденост и незначим елемент, на който не се обръща достатъчно внимание, а тя може да бъде един от факторите за качествено овладяване на научни знания и умения.

Какво е учебна среда – тя представлява културата, както и физическата среда, създадени от учителите и учениците. Тя може да бъде в училищната сграда (сгради), но също и навън, онлайн и далече от училището [2].

Учебните среди включват:

- ✓ физическите пространства, в които се провеждат уроците – класни стаи, студия, зали, закрити и открити спортни съоръжения – и начина, по който се създават и използват други учебни пространства: училищни дворове, местни културни заведения (театър, галерия, музей), обществени места на открито;
- ✓ пространства за дистанционно обучение, в които учителите и учениците не са физически заедно: у дома, онлайн пространства за сътрудничество;
- ✓ начина, по който различните подходи за обучение, включително оценяването, се съчетават заедно с други процеси за управление на класната стая;
- ✓ учителя като основен фасилитатор, който създава подкрепящи учебни среди заедно с останалия персонал в училището, съответните външни специалисти и родителите;

- ✓ участие на учениците, особено що се касае до чувството им за безопасност, креативност и благополучие [2].

Важно е средата да е жива, за да подпомага и насърчава обучението. Как може да се създаде такава среда, която да е максимално полезна, удобна и привлекателна, както за учителя, така и за неговите ученици? Българският учител е креативен и за да подкрепя своите ученици, той дава възможност за стимулиране на творчеството им чрез реализиране на различни проекти, които като резултат много често стават украса за училището или се публикуват в медии и социални мрежи. Но освен живият контакт, емпатията, уменията за привличане на вниманието, ентузиазмът и любовта към учениците и науката, учителят освен проводник на науката, той е и човек със своите индивидуални особености и професионални качества. Училището и класната стая (кабинетът по физика) са вторият дом на учителя по физика и когато е новодолец първите планове е как да подреди новия си дом, за да е уютно както за него, така и за неговите ученици. Общуването в класната стая се влияе и от елементите на физическата среда (осветеност, шум, цветово оформление) и от разположението на мебелите. Когато класната стая е подредена по определен начин, стаята излъчва „послания“ и към учителя, и към учениците. Обзавеждането определя до известна степен използването и на другите невербални средства – поглед, жестове, мимики, интонация, пози. Традиционното подреждане в българските училища предполага по-голяма активност на учителя в процеса на педагогическото общуване. Правоъгълната класна стая, с означена челна позиция – бюрото на учителя, и подредените една зад друга маси (чинове) не дават равен шанс за участие на учениците по време на учебните занятия. Катедрата на учителя почти винаги е поне с едно стъпало по-високо от чиновите. Това демонстрира неравенството в социалния статус, но същевременно има практическо значение. Учителското бюро е една от най-сериозните прегради между учителя и учениците [3]. Седенето на определени места повишава ученическото участие – това е заключението на повечето проучвания. При традиционната подредба най-голямо взаимодействие се получава с учениците от предните и средни чинове [3].

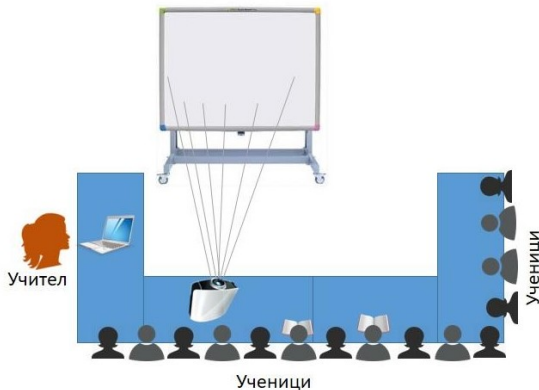
Адамс и Бидъл определят „центъра на активността“ като мястото, където се случват повечето взаимодействия. Същите открития прави и Сомер в свои изследвания, като потвърждава, че мястото, на което седи детето в класната стая има значение. Други изследователи, М. Нэпп, Дж. Холл са установили, че учениците заемат централните места (в средата и на предната редица) са по-активни от другите [3].

Друг педагог и изследовател Вяра Гюрова [4] обръща внимание на модел на подреждане на учебното пространство от преди близо 100 години, когато началният учител Селестен Френе описва своята школа, наречена Педагогика на Френе или още Движение за съвременно училище. Основни елементи на подредбата на чиновите в колони, тип „клас-автобус“ се заменят с подвижни маси и столове, които могат да се разместват и групират според предпочитанията на учащите и за целите на индивидуалната и груповата работа. В училище и в класната стая стените и коридорите се превръщат в естествено място за всевъзможни изложби с детско творчество (в т.ч. написани съчинения, снимки, предмети, изработени или събрани от децата по време на учебните екскурзии). Правото на изразяване във всеки момент се гарантира чрез използването на различни табла и тематични листове за отразяване на позиции и мнения и за колективно достигане

до решения. На видно място се окачват постери и обобщения от дискусии, което помага по-добре да се осмислят знанията и информацията от учениците. Друг автор – действащ учител представя своята добра педагогическа практика за дизайн на класната стая чрез така нареченото П-образно подреждане на масите (фиг. 1), при което учителят е при учениците си, а не е поставен на по-високо място (катедра) или отделен от тях [5]. Предимствата, които установява авторката при този начин на подреждане на работното пространство са:

- ✓ Осигуряване на визуален контакт с всички ученици;
- ✓ Учениците се чувстват като пълноценни участници в учебния процес;
- ✓ Осигуряване на добра видимост – учениците виждат добре дъската и екрана, на които се визуализират различни учебни материали;
- ✓ Осигурява се равнопоставеност между учениците;
- ✓ Учениците не се притесняват да демонстрират техните знания и умения на останалите ученици, използвайки лаптопа на учителя;

Стимулира се атмосфера на доверие, откровеност и активност, с достатъчно лично пространство за всеки.



Фиг. 1. Схема на разположение на масите в класната стая [5]

П-образният вариант на подреждане на масите е подходящо за уроците за нови знания. Съвсем друго би било подреждането им при уроците за упражнения и групова работа – решаване на задачи, проектни дейности, лабораторни упражнения. Бързата и гъвкава промяна на разположението и начинът на подреждане на масите според И. Иванов може да бъде и „тристенната“ форма („кутия“, U), като учителят се движи вътре в пространството. Всеки ученик е на първия ред. Физическият контрол е персонален и пряк. Масите могат бързо да се подредят като острови за групови дейности. В някои страни се използват кръгли помещения или точно тази подредба в „изтеглени“ полукръгове на масите за сядане [6]. Друг важен психологически аспект при осъществяване на комуникативните учителни процеси е ориентацията при сядане. Според Т. Стоицова [цит. от 3] различните позиции на сядане са характерни за различен тип взаимоотношения между учителя и учениците и за различни ситуации, предполагащи различни дейности. В статията са обобщени следните ориентации на сядане в зависимост

от целта на общуването и типа учебна дейност [3]:

- ✓ Когато учениците или учител и ученик сядат под ъгъл, то общуването предполага приятелски, ежедневен, неформален разговор, позволява неограничен контакт с очите и възможност да се използват жестове, както и да се наблюдават тези на другия. Сядането под ъгъл осигурява и възможност за частична бариера от страна на масата или бюрото. Ориентацията под прав ъгъл създава най-благоприятни предпоставки за безпроблемни дискусии и продуктивни решения, при което се запазва относителна самостоятелност. Тази ориентация е подходяща и когато от учениците се иска да работят самостоятелно върху някаква индивидуална задача. Позицията под прав ъгъл позволява на ученика да мисли и действа независимо, без да чувства психологически натиск от страна на учителя.
- ✓ Позицията лице в лице предава внушения за противопоставяне (съревнование), конкуренция, конфронтация. За съжаление през по-голямата част от съвместната си работа учителят и учениците са именно в тази ориентация. Мястото на защитно/конкурентно отношение би могло да доведе до създаване на защитна или конкурентна атмосфера, тъй като масата се явява бариера между общуващите. Такъв тип позиция обикновено се заема от хора, които се конкурират помежду си.
- ✓ Ориентацията от 90 градуса се възприема като израз на съдружие и сътрудничество. Тази ориентация се приема когато учителят сядат до ученика, за да му окаже помощ.
- ✓ Сядането един до друг се възприема като акт на сътрудничество.
- ✓ Сядането около „кръгла маса“ – е най-демократичното разположение на местата за сядане и позволява на всички да се виждат един друг, дава възможност за директен контакт, увеличава потенциала на невербалната комуникация, съдейства за формиране на умения за работа в екип.
- ✓ Когато местата за сядане са разположени в квадрат може да се види само човека, който стои отсреща, намалява се зрителният контакт. Разговорите са най-лесни и безпроблемни, когато събеседниците сядат под прав ъгъл един към друг, а кооперативните действия са по-продуктивни при ученето или когато от учениците се иска да работят индивидуално върху някаква задача.

За целите на изследването, какво правят учителите в дадено учебно пространство за да удовлетворят индивидуалните потребности на своите ученици бе проведено анкетно проучване с 20 учители по физика с трудов стаж над 20 години. Анкетната карта включва 5 въпроса, като 3 от тях са със структуриран отговор и 2 са със свободен отговор.

АНКЕТНА КАРТА

За проучване на вижданията на учители за интериора на класната стая Моля, да заградите по един отговор на първите три въпроса и да посочите за 4. и 5. въпрос предпочитани варианти за подреждане на маси (чинове) при фронтална и групово учебна дейност. Благодаря!

1. Как най-често са подредени масите в класната стая за Вашия час?

А) в колони, тип „клас-автобус“, а бюрото (катедрата) на учителя е поставено срещу колоните чинове

- Б) „тристенната“ форма („кутия“, U или полукръг), като учителят седи в единия край на полукръга с мултимедията или се движи вътре в пространството
- В) амфитеатрално подреждане
- Г) тип „кръгла маса“
- Д) модулно подреждане с отделни групи маси (острови), разпределени в работното пространство
- Е) друго: ...
- 2.Променят ли интериора (разположението на мебелите), когато организирате фронтална или групова учебна дейност?
- А) да
- Б) не
- В) понякога
- 3.Имате ли предпочитания за ориентацията на седане на Вашите ученици при осъществяване на учебната дейност?
- А) Да
- Б) Не
4. Моля, напишете кое според Вас е най-подходящото разположение на работните места (чинове, маси) при фронтална учебна дейност?
5. Моля, напишете кое според Вас е най-подходящото разположение на работните места (чинове, маси) при групова учебна дейност?

Обобщените данни представят частична картина на вътрешния дизайн на кабинетите по физика в българското средно училище. По-голяма част от анкетираните учители са посочили, че в кабинетите, където се преподава физика подреждането на чиновете е в колони, тип „клас-автобус“, а бюрото (катедрата) на учителя е поставено срещу колоните чиновете, като само в един от отговорите е уточнено, че бюрото на учителя е встрани от колоните и се използва само за съхранение на материали. Двама учители са посочили отговор „тристенната“ форма („кутия“, U или полукръг), като учителят седи в единия край на полукръга с мултимедията или се движи вътре в пространството.

От отговорите на втория въпрос се вижда, че опитът и нагласите на анкетираните учители ги насочват към лично решение да променят интериора при различни видове учебна дейност – при фронтална или групова учебна дейност 12 учители посочват отговор „да“ и 8 посочват отговор „понякога“. За ориентацията на седане на учениците $\frac{3}{4}$ (15 учители) от отговорите са, че това има значение при учебната работа и $\frac{1}{4}$ (5-ма учители) – че не от значение взаимната ориентация при учебната дейност.

На отворените въпроси резултатите показват, че 60% приемат за най-подходящо разположението в колони или амфитеатрално (12 отговора) при фронтална учебна дейност и 40% (8 отговора) са за тристенно (U-образно) разположение. По-единни са учителите по отношение на груповите учебни дейности. Всички анкетираните учители предпочитат груповата учебна дейност да се осъществява в обособени острови, модули или групиране на мебелите с единственото уточнение, че е важно да се прецени и видимостта за учениците, когато е налична динамика във вида учебна дейност.

Заклучение

Проучването на мнението на 20 учители по физика с продължителен трудов стаж показва, че за кабинетите в средното училище все още се приема като статукво подреждането на чиновите в колони. Това може да се приеме като предпазливост, пасивност, нагласи към ясно разграничение на учителя от учениците или за по-добра видимост, традиционни модели и др. От друга страна опитните учители в голяма степен са в крак с тенденциите за важноста на пространствена психология или проксемика – област, изучаваща особеностите на пространственото разположение при взаимодействието учител-ученици и ученик-ученик в контекста и на невербалното общуване (териториалност, лично пространство и ориентация) [3].

Литература

- [1] Наредба №24 за физическа среда в предучилищното и училищното образование. МОН. (2022)
- [2] Европейска онлайн платформа за образование: https://www.schooleducationgateway.eu/bg/pub/theme_pages/learning-environment.htm (17.04.2023)
- [3] Св. Балабанова. Роля на пространството в невербалната комуникация в началното училище. В: Електронно научно списание „Реторика и комуникации“ (2011): http://rhetoric.bg/wp-content/uploads/2011/12/balabanova_proxi3_TS-2.pdf (17.04.23)
- [4] В. Гюрова. Обучение чрез сътрудничество – Селестен Френе и неговата педагогика. В: *Педагогика, №4*, с. 463-475 (2015)
- [5] А. Узунова, А. Писмена разработка за придобиване на първа професионално квалификационна степен: Активно учене чрез електронно обучение по информационни технологии в модул „Електронни таблици“. (2017)
- [6] И. Иванов. *Мениджмънт на ученическия клас*. Унив. издателство „Еп. Константин Преславски“. Шумен (2005)

Извънкласни проектни дейности по физика

Христина Атанасова
СУ „Черноризец Храбър“, гр. Пловдив

Увод. Проектното обучение като част от неформалното образование е предпоставка за формиране на умения за установяване на устойчиво развитие на обществото.

Извънкласните проектни дейности задълбочават и разширяват знанията, които учениците усвояват през учебния час, повишават интереса им към предмета, създават навици за творческа работа, развиват инициативността на учениците, внасят изследователски елемент в тяхната работа.

В училище физика се изучава в продължение на четири години. За това време учителят трябва не само да даде на учениците определен обем знания, но и да разкрие пред тях поезията на тази наука: да покаже необичайността и привидната понякога невероятност на много нейни изводи, красотата и логическата стойност на физическите теории, общността на нейните закони и тяхната практическа стойност.

Пред учителите по физика стои една извънредно важна задача – не само да дават на учениците определен обем знания, да развиват техните умения и навици, но главно да научат децата да прилагат усвоените знания на практика. За тази цел допринасят много извънкласните дейности. Освен това те имат голямо възпитателно значение, тъй като подпомагат развитието на личността, възпитават чувство за отговорност.

Описание на педагогическата практика

Имайки в предвид предизвикателството пред което сме изправени ние учителите по физика и астрономия, създадох клуб по интереси „Млад Архимед“ в СУ „Черноризец Храбър“, град Пловдив. След проведена анкета с ученици от пети и шести класове, част от учениците решават да станат членове на клуба.

Дейността е подходяща за прогимназиален етап. Прилага се целогодишно, по предварително разписан план-график.

Основните образователни цели на клуба са:

- да се реализира обучение с практическа насоченост;
- да се засили познавателния интерес на учениците към предмета Физика и астрономия и тяхната мотивация за учене;
- да се активизира дейността на учениците за по-лесно и по-добро овладяване на основните физични знания- за физични величини, физични закономерности, физични процеси и физични явления;
- да се формират у учениците експериментални практически умения и екологическо съзнание;
- да се формират умения за работа в екип, сътрудничество и взаимопомощ и др.

Очакваните резултати от дейността в клуба са:

- мотивация на учениците;
- засилване на интереса на учениците към учебния предмет Физика и

астрономия;

- развитие на наблюдателност и изследователски умения.

Чрез забавни експериментални опити и интересни теми в клуба се представя физиката като наука, която изучава и обяснява закономерностите в природните явления и същевременно разкрива голямата практическа приложимост на физичните обекти, процеси и явления.

Дейностите в часовете на клуб „Млад Архимед“ дават възможност на всеки ученик да преоткрие света с помощта на експерименти, които са достъпни и интересни. По този начин ученикът може да види, да пипне, да вкуси, да усети и да чуе физични обекти и да наблюдава физични явления. В резултат ученикът получава правилна представа за физичните процеси и явления и се формира неговия научен светоглед.

Основните цели при провеждане на физичните експерименти от учениците са:

- затвърдяване на теоретични знания по физика;
- формиране на експериментални умения у учениците;
- развитие на изследователски умения;
- формиране на научен светоглед.

В програмата на клуба са включени следните учебни експерименти по природни науки:

- Възрастта на дървото
- Височината на дървото
- Сляпа риба
- Светкавичен лед
- Двоен нос
- Телефон от кутии
- Хвърчило
- Танцът на яйцето
- Трик с яйце
- Водолаз в бутилка
- Духът в бутилката
- Невидима сила
- Тайно писмо
- Монета във въздуха
- Вулкан в ябълка
- Вълшебна чаша
- Ефектът на лоста
- Стетоскоп
- Калейдоскоп
- Фотоапарат
- Вълшебна свещ
- Гребен магнит
- Светлинни отражения
- Светлинна магия
- Разделяне на смеси
- Как да си направим лепило и др.

Описание на примерни експерименти:

- Тайно писмо

Натопяваме един лист в широка купа с вода. Изваждаме го и го слагаме върху маса с найлонова покривка. Покриваме го със сух лист. Върху този лист може да се напише с химикал тайното съобщение. Оставаме мокрия лист да изсъхне. Написаното преди малко е напълно изчезнало.



- Вулкан в ябълка

Издълбаваме кратер в ябълката по средата с нож. Изсипваме сода за хляб, след това прибавяме оцет. След като натриевият бикарбонат, от който е съставена содата за хляб се смеси с оцетната киселина, от която е съставен оцетът, се получава химична реакция.



- Други експерименти по природни науки:



Всеки член на клуба подхождаше отговорно към поставените задачи. Анализът на наблюдаваните физични процеси и явления обогати знанията на учениците за природата и разви уменията на учениците да обясняват наблюдаваното, както и да извършват прости експерименти.

Практическата експериментална дейност на учениците се редува от интересни теми, които се обсъждат в клуба с участието на всички. Темите са свързани с практическата приложимост на физични обекти, физични процеси и явления. Темите са:

- Физиката и живата природа
- Физиката и детските играчки
- Физиката и приказките
- Физиката и домакинството
- Физиката и поезията
- Физиката в рими
- Бележити физици
- 100 хиляди защо?
- Забавни задачи парадокси и задачи – софизми по физика
- Здравословно хранене
- Статичното електричество в природата
- Воден свят и др.

Описание на темата „Физиката и живата природа“



Ехолокатори

Създателите на радиолокатора не са мислели, че много технически задачи, с които е трябвало да се сблъскат, са „решени“ от природата преди милиони години, че между едно от най-съвършените творения на инженерния гений – радиолокатора и малкото летящо зверче – прилеп има нещо общо. След втората световна война американският учен Доналд Грифин, опирайки се на идеите на локацията и с помощта на физическите понятия звук и ултразвук показва наличието на поразителни по своето съвършенство.

Термолокатори

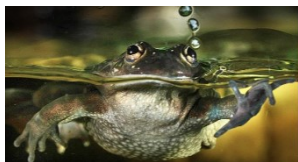


В днешно време учените и инженерите изучават много подробно принципа на термолокатора на змиите. Създават се уреди термолокатори, подобни на природните. Змиите например, имат природоограден термолокатор, с който чувстват разлика в температурите, буквално до една хилядна от градуса. От там е взета идеята за термометрите, които локализируют температурите.

Калмарът – „живата ракета“



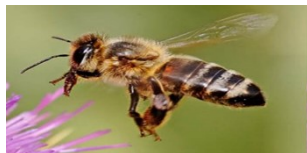
Калмарите са истински морски спринтьори. Те понякога така стремително тръгват, че излитат над повърхността 7-10 m и правят полети над вълните по 50 и повече метри. Освен високата скорост, калмарите имат и поразителна маневреност. Така е взета идеята за построяването на ракетите.



Жаба – барометър

Блестящ „синоптик“ е и жабата. Тя разполага с много чувствителна система за определяне на най-малките атмосферни изменения. При предстоящо хубаво време, те са във водата, защото на сухия въздух кожата им изсъхва и това пречи на кожното им дишане. Преди разваляне на времето

те излизат на сушата и скачат по брега.



Пчели – „синоптици“

Пчелите сигнализират своевременно за застудяването на времето. Когато се очаква студена зима те облепват отвора на кошера като оставят в него едва забележимо отворче, а при топла зима, той си остава отворен.



Риби – „анализатори на миризми“

Вътрешната страна на ноздрите при рибите е покрита от особено чувствителни клетки, които отлично възприемат мириса на различни вещества. Така те „преслушват“ постоянно водата за нещо вкусно. При щуката обонянието е слабо развито. При така наречените „мирни“ риби – напротив, то е достатъчно чувствително, а при змиорката е доведено до съвършенство.

Учениците с голям интерес и трепет очакваха часовете за извънкласна дейност, защото с проведените експерименти, те намираха отговори на въпроси, свързани с тяхното ежедневие и чрез увлекателната информация от темите задълбочаваха и разширяваха знанията си за науката физика и за заобикалящия ги свят. Включваха се с желание в дейностите на клуба, като по този начин изграждаха добри взаимоотношения помежду си и развиваха комуникативните си умения. В края на учебната година, обобщихме дейността на клуба чрез представителна изява.

Заключение

Дейността в клуб „Млад Архимед“ повиши познавателния интерес на учениците към предмета „Физика и астрономия“ и им даде възможност да осмислят експерименталния метод на изследване и неговата роля като свързващ елемент между теорията и практиката.

Провеждането на извънкласна дейност по физика е полезна не само за учениците, но и за учителя по физика. Тя му помага да опознае по-добре своите ученици, да развива своите организаторски способности и да работи творчески.

Правилното съчетаване на класната и извънкласната работа в обучението по физика съдейства за развитие у учениците на възприятие, внимание, памет, наблюдателност, съобразителност и формиране на правилна природонаучна картина за света.

Литература

- [1] К. Ландвер. Най-интересните експерименти за деца. Изд. СофтПресООД, (2007)

Приложение на научните постижения в съвременните напоителни системи като основа за устойчиво развитие и спасяване на световното население от глад

Елизабет Иванова, Гинка Екснер

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

Абстракт: Земеделието е в основата на оцеляването на човечеството и е задължителна част от устойчивото развитие. Увеличаването на населението на Земята изисква устойчиво земеделие и управление на водите, способни да задоволят все по-нарастващите потребностите от храна и вода. За целта се търсят нови способности за оптимизиране на съотношението разход на вода/добив. В настоящия доклад, като приложение на съвременните научни знания, са представени различните видове съвременни напоителни системи (капково напояване, мъглуване и дъждуване), както и общата концепция за бъдещето на напояването. Въвеждането на автоматизация и използването на съвременните компютърни технологии се очаква да доведат до създаването на привлекателни работни места, като се търси връщане на интереса на младите към използването на научния подход и креативността при разработването на поливните системи на бъдещето. За популяризирането на връзката наука – практика представеното тук съдържание може да се използва при STEAM разработки.

1. Въведение

Водата е основен ресурс на нашата планетата. Хората, животните и растенията не могат да съществуват без нея, като тя служи за поддържането на функциите на живите организми, използва се за генериране на енергия, производството на храни и участва в редица човешки дейности.

Макар над 71 % от повърхността на Земята да е покрита с вода, едва около 3,5 % е питейна. Тъй като 2/3 от питейната вода изграждат полярните шапки, то на разположение за пряка употреба има изключително ограничен ресурс от нея. По-голямото количество от достъпната вода е под земята или се съхранява в почвата, а около 2 % се намират в реките и езерата [1].

Безотговорното отношение на хората към водата би довело до изчезването на човечеството. Не случайно през 1987 г. Световната комисия по околна среда и развитие към Организацията на обединените нации [2] дава дефиниция за устойчиво развитие, която гласи, че това е „... развитие, което отговаря на нуждите на сегашното поколение, без да излага на риск способността на бъдещите поколения да посрещат своите собствени потребности...“.

Така устойчивото развитие следва да се разглежда в контекста на възможност за увеличаване на благосъстоянието на бъдещите поколения, при ефективно и справедливо използване на природните ресурси. Акцентът следва да е върху преодоляване на бедността и глада в световен мащаб, като не се забравя и лимита на земните ресурси.

Определението отразява и динамиката на понятието устойчивост, която дава възможност за промяна, чрез намирането на баланс. Един от основните постулати на устойчивото развитие е идеята за „цялостна“ система, успешно

развиваща се в сътрудничество с променящата се среда. Това определя необходимостта от връзки и взаимодействия в цялата система, които така да бъдат управлявани, че да се осигури балансиран и устойчив резултат. От една страна е необходимо постоянно внедряване на научните знания в практиката, а от друга – устойчиво потребление и управление на водните ресурси.

В настоящият доклад се разглежда напояването в исторически план, както и съвременните методи, като се въвежда и концепцията за използване на най-съвременните научни достижения, включително и в областта на компютърните и космическите технологии. Целта е да се покаже как научните достижения помагат в процеса на ефективно използване на водните ресурси, както и при създаването на атрактивни работни места за бъдещите специалисти.

2. Земеделieto, като основа за оцеляване на човечеството

Първите доказателства за развито човешко общество датират от ерата на Палеолита (Старокаменна епоха, преди около 15 000 години), когато хората са били ловци. С каменни оръдия мъжете са убивали животни, за да осигурят храната. Оцеляването на хората зависело от природните условия и от миграцията на животните. Търсенето на храна изисквало ежедневни усилия и преместване при изчерпване на храната. Новокаменната епоха (Неолита, преди около 12000 години) бележи началото на промяна в начина на живот [3]. Хората започват да отглеждат земеделски култури и да опитомяват животни. Това им позволява да водят уседнал начин на живот. Наблюденията им показали, че растенията се развиват по-добре при наличие на вода, което ги накарало да изграждат стопанствата си в близост до реките и да използват водата за напояване.

Първата цивилизация, тази на Шумерите, възниква около 5500 г. пр.н.е. в „Полумесеца на плодородието“ – долините на реките Тигър, Ефрат и Нил, където водата е в изобилие и гарантира храната. Шумерите са и първите, които използват водата за целево напояване [4]. Месопотамците решили и проблема с периодичните наводнения и засушавания, като изграждали системи за напояване, състоящи се от канали, диги и големи резервоари за съхранение на водата. Така били в състояние да поливат културите целогодишно. Знанията им за отглеждане на растения позволило и създаването на Висящите градини на Вавилон (едно от чудесата на света) през 600 г.пр.н.е., което е подвиг на хидромелиоративното строителство.

Напояването продължава и при Египтяните. Те въвеждат използването на перфорирани делви, поставени в земята в близост до растенията, което е и предвестник на капковото напояване. Любопитен факт е, че първите съвременни опити за напояване на всяко отделно растение, били направени през 1820 г. в Германия, като през 1866 г. идеята намира реално приложение в Афганистан. Земеделците от това време, използвали глинени перфорирани тръби (като за дренаж), образуващи цялостна поливна система [5]. Така наличната вода била използвана по-ефективно и без значителни загуби.

3. Цели и предизвикателства пред устойчивото развитие

Днес сме изправени пред огромни предизвикателства, предизвикани от нарастващото население, промяната на хранителните навици и климатичните промени. Според доклад на WWF [6], за да се изхрани човечеството през следващите четири десетилетия, следва да се произведе толкова храна, колкото е била

произведена през последните 8 000 години. Затова от ключово значение е устойчивото развитие на земеделието.

За да се гарантира устойчивост трябва да се съблюдават три основни принципи – икономическа ефективност, екологична приложимост (и съвместимост) и социална отговорност. Съвременното земеделие е динамично, като за преодоляване на зависимостта от промените в климата и икономиката в контекста на политиката, трябва да разчита на науката и технологията. Устойчивото развитие изисква тясното сътрудничество между учените, производителите и законотворците, което да подпомогне въвеждането на научните иновации. Устойчивото земеделие е неразривно свързано с устойчивото управление и потребление на сладководните ресурси на планетата, чрез използване на ефективни напоителни системи. То следва да се осъществява при опазване и създаване на околната среда и чрез преминаване към естествено земеделие (екологична устойчивост). Свързано е и с откриване на привлекателни работни места (социална устойчивост), както и с увеличаване на приходите от продукцията (икономическа устойчивост). Последните две са в изключително тясна взаимовръзка с внедряването на научните иновации в практиката [7].

4. Концепция за развитие на съвременното напояване

Устойчивото земеделие изисква ефективно, екологично съобразно и балансирано използване на водите. Независимо, че водата се приема за възобновяемо природно богатство, климатичните промени и ограничените световни водни ресурси изискват креативност и иновативност. В някои страни е необходимо отвоюването на територии за земеделие от пустинни райони, във всички страни се оптимизира използването на наличната вода, съобразно вида на отглежданите култури и етапа им на развитие и др. Това се постига чрез прилагане на хидромелиоративни дейности с висока ефективност.

5. Видове напояване

Оптимизирането на напояването е една от най-съществените хидромелиоративни мерки, които водят до високи добиви, намаляване на разходите и спазване на условието за екологичност. Поради това в годините са разработени разнообразни поливни методи, които заслужават нашето внимание [8]:

➤ **повърхностно напояване.** Това е първият прилаган в исторически план метод. Водата с помощта на помпено водочерпене влиза в специално създадени канали и достига до напоителните полета. Повърхностното напояване се разделя на: скатово напояване; напояване по ивици и бразди; и напояване по басейни – чрез заливане. То е основен поливен метод до 19-ти век. Методът има два основни недостатъка – значителни загуби на вода и голям разход на електрическа енергия. За изчисляване на необходимото налягане за движение на водата по каналите се използва уравнението на Бернули:

$$p = const = p_{st} + \rho \cdot g \cdot h + \frac{\rho \cdot v^2}{2},$$

където ρ е плътността на водата, h височината над земята, а v е скоростта на движение на водата;

➤ **дъждуване.** Техниката, благодарение на технологичното развитие на области като механика и автоматизацията, успешно имитира дъжда в природата. Системите за дъждуване (пивотни системи) се въвеждат през 20-ти век. Те се

състоят от: помпа; гъвкав, навит на барабан захранващ тръбопровод и дъждовална (еднокрилна или двукрилна) машина, с механизъм за преместване. Според вида на културите се монтират секторни далекоструйни дъждувални апарати. За по-малки полета се използват автоматизирани системи с вкопани тръбопроводи. Съществуват два: линейни и централни [9];

➤ **мъглуване (микродъждуване)**. То допринася за оптимален микроклимат чрез поддържане на постоянна влажност. С негова помощ се намалява потреблението на вода, като се покриват по-големи площи в сравнение с дъждуването. Основните компоненти на системите са както при дъждуването, но е добавена високонапорната помпа (70 bar), чрез която се образуват фини водни капчици. Предимство на метода е, че влагата се поддържа във въздуха, което освен че служи на напояване, намалява риска от поява на вредители, културите се охлаждаат и се намалява нуждата от засенчване, културите се предпазват от измръзване и слана. Мъглуването спомага изнасянето на солите извън кореновата система и позволява подаване на торове;

➤ **капково напояване**. Тласък в развитието на поливните системи дава науката за полимерите, като през 50-те години на миналия век, започва масовото производство на гъвкави полимерни тръби. Системата за капково напояване се състои от основна тръба и разклонения, наричани латерали. При движението си водата предизвиква еластична деформация (разширение) на полимерните гъвкави тръби и възникват еластични сили. Те изтласкват обема течност в съседния участък напред. Процесът се предава между съседните участъци, формирайки **пулсова вълна**. Скоростта на разпространение на пулсовата вълна зависи главно от еластичните свойства на тръбата и е по-голяма от скоростта на механичното движение на течността. Върху латералите на определено разстояние (в зависимост от културите) един от друг са вградени капкообразуватели [10]. Ефективността на капковото напояване зависи до голяма степен от принципа на капкообразуване. Реализирането му е чрез намаляване до нула на свободния напор при входа на капкообразувателя, чрез въвеждането на надлъжни загуби или местни съпротивления. За модел е послужил принципът за движение на кръвта във вените. Съществуват две разновидности на капковото напояване: повърхностно и подземно. Повърхностното се използва основно за зеленчукопроизводство, овощарство, лозарство и др. Подземното капково напояване се изгражда на дълбочина между 40-60 cm под повърхността, като поддържа влагата в кореновата система на растенията. Разходите на водата спадат с 10 до 12 пъти. В допълнение се избягва образуването на метан, характерно за залетите оризища, а крайните продукти почти не съдържат арсен.

6. Устойчивото земеделие на бъдещето

Съвременните напоителни системи могат се поддават на пълна автоматизация. Например относителната влажност на почвата, която се дефинира като съдържанието на вода m_w , спрямо масата на твърдата фаза m_{soil} , в почвата:

$$w \% = (m_w/m_{soil}) \cdot 100, \text{ (тегловни \%)}$$

може да следи чрез сензори с отдалечено отчитане [11].

Известно е, че оптимални резултати при растежа на културите се постига при наличие на подходящо количество влага, различно за различните етапи на развитие. Почвените влагомери (сензори) осъществяват непрекъснат контрол на

влагата. Данните от тях се подават и обработват от компютърна система. Тя от своя страна е свързана и контролира поливната система, като регулира подаването на вода. На практика, много други параметри и явления могат да бъдат следени чрез сензори (хранителни вещества, плевели, вредители и др.).

Следваща стъпка в модернизация на поливните системи е използването на дронево. Те правят мониторинг в реално време на появата на повреди и течове, като спомагат за намаляването на загубите на вода. Могат да събират информация за влажността на почвата, като данните подадени към компютъризирана система водят до прецизно водоподаване [12]. В допълнение могат да проверяват за вредители и да сигнализируют при необходимост от торене.

Въпросът за използване на дронево води и до следващата стъпка – прецизно земеделие чрез използване на GPS и GIS системите [13-15]. С помощта на тези системи могат да се осъществяват както мониторинг в реално време, така и създаване на бази данни с промени във времето. Обработката на тези данни и създаване на прогнози модели, чрез които да се постигане ефективно използване на водата, получаване на увеличени добиви и качествена продукция, при защита на околната среда и почвите, са предмет на въвеждането на изкуственият интелект в областта [16].

Свързването на всички компоненти на поливните системи в автономна, обща, система може да стане чрез осигуряване на независимо енергийно захранване с фотоволтаични системи, например.

Последният фактор, който ще гарантира устойчивост е наличието на специалисти. Очакванията са, че навлизането на най-съвременните постижения на науката и иновациите ще привлече вниманието на много млади хора, като направи физиката и инженерните специалности привлекателни професии на бъдещето.

За популяризирането на връзката наука – практика представеното тук може да се използва като STEAM учебно съдържание, изграждащо знания за съвременните методи за напояване в земеделието. То би създавало интерес към професионално развитие и насърчаване на учащите се да експериментират със съществуващите модели и да създават собствени, които да се прилагат в практиката.

7. Заключение

Представена бе важноста на земеделието и в частност поливните системи за оцеляването на човечеството и постигане на устойчивото развитие. Увеличаването на населението на Земята изисква устойчиво земеделие и управление на водите, способни да задоволят все по-нарастващите потребностите от храна и вода. Представени бяха съвременните напоителни системи (капково напояване, мъглуване и дъждуване) и е очертана картината на бъдещето.

Модернизацията на земеделието чрез въвеждането най-съвременните компютърни и космически технологии се очаква да привлечат вниманието на младите към сектора и да ги мотивират да използват научния подход и креативността си при разработването на поливните системи на бъдещето. За популяризирането на връзката наука – практика представеното тук съдържание може да се използва при STEAM разработки.

Литература

[1] <https://spaceplace.nasa.gov/water/en/>

[2] UN, Report of the World Commission on Environment and Development „Our

Common Future“ (1987)

- [3] <https://www.history.com/topics/pre-history/neolithic-revolution>
- [4] <https://www.easy-irrigation.co.uk/a-history-of-agricultural-page-29?zenid=5e47tt6fl4632s1ih5httnb7q5>
- [5] <https://bielagro.com/blog/istoriq-na-kapkovoto-napoiavane>
- [6] World Widelif Foundation, The 2050 Criteria Guide to Responsible Investment in Agricultural, Forest, and Seafood Commodities, http://awsassets.panda.org/downloads/the_2050_criteria_report.pdf
- [7] https://agriculture.ec.europa.eu/sustainability_bg
- [8] Б. А. Джуниински, Напоителни системи, изд. *Техника* (1980)
- [9] <https://polivencenter.bg/bg/pivotni-sistemi.html>
- [10] <https://en.poelsan.com/the-importance-of-pipe-in-drip-irrigation-system/>
- [11] S. Makharadze, J. Beridze, Sh. Kvirkvelia, Control and management of soil moisture by using sensory networks, *Scientific proceedings II International Scientific Conference „Conserving Soils and Water“*, 9-12 (2017)
- [12] <https://www.bluefalconerial.com/agricultural-drones-enhancing-irrigation-efficiency/>
- [13] Z. Xiaochao, W. Yiming, M. Zhiyuan, L. Liang, The Study of GPS based irrigation system for precision Agricultural technology, *ASAE Annual Meeting*, 041065 (2004)
- [14] R. T. Peters, S. R. Evett, Using low-cost gps receivers for determining field position of mechanized irrigation systems, *Applied Engineering in Agriculture*, 21(5), 841-845 (2005)
- [15] O. R. Kamariddinovich, K. K. Rakhimjonovna, M. D. Bakhromjon, Improving methods for mapping irrigation networks using GIS technologies, *International Journal of Education, Social Science & Humanities. Finland Academic Research Science Publishers*, 11(4), 691-699 (2023)
- [16] P. Kashyap, S. Kumar, A. Jaiswal, M. Prasad, A. H. Gandomi, Towards Precision Agriculture: IoT-Enabled Intelligent Irrigation Systems Using Deep Learning Neural Network, *IEEE Sensors Journal*, 21(6), 17479-17491 (2021)

Приложение на съвременни технологии за устойчиво управление на водни ресурси

Анета Георгиева¹, Гинка Екскнер²

¹Архитектурен факултет, Варненски свободен университет
„Черноризец Храбър“, гр. Варна, anqr@abv.bg

²Физико-технологичен факултет, Пловдивски университет
„Паисий Хилендарски“, гр. Пловдив

Абстракт: Глобалните проблеми, свързани с намаляване на водните ресурси създават предизвикателства пред инженерната инфраструктура, осигуряваща вода за населението и промишлеността. Това налага да се търсят нови устойчиви решения при изграждане, реконструкция и експлоатация на водоснабдителните системи.

В доклада са разгледани възможности за приложение на съвременни технологични решения на базата на телеметрични технологии, които да осигурят мониторинг на състоянието на водоснабдителната система и устойчиво управление на водните ресурси. За реализирането на тези възможности освен финансови ресурси са необходими и подготвени кадри, които да познават и творчески да прилагат съвременните знания, технологии и методи за контрол на експлоатационните характеристики на тези системи. Това налага включването на теми съответното съдържание като задължителен компонент в обучението на студенти от физичните и инженерните специалности във висшето образование.

1. Въведение

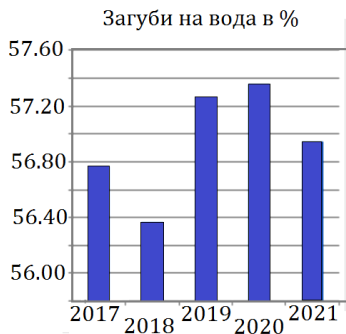
Питейната вода в световен мащаб е ограничен и за някои райони оскъден ресурс. Глобалните промени в ръста на населението, икономическото развитие, миграцията и урбанизацията, водят до изчерпване все повече на водните ресурси, създавайки нови предизвикателства пред инфраструктурата, снабдяваща с питейна вода населението и индустрията [1].

Табл. 1. Данни от НСИ за загубите на вода 2017 – 2021 г.

година	2017	2018	2019	2020	2021*
Подадена вода, общо (млн.м ³ /год)	918,48	885,25	890,45	858,57	871,66
Обща консумация на вода (фактурирана и нефактурирана вода) (млн.м ³ /год)	397,08	386,29	380,56	366,12	375,25
Загуби на вода, общо (млн.м ³ /год)	521,40	498,96	509,89	492,46	496,38
Загуби вода в %	56,77	56,36	57,26	57,36	56,95

Водоснабдяването на населените места е един от основните показатели за степента на благоустрояване и развитие на инфраструктурата на една страна. Основен проблем при експлоатацията на този вид системи са загубите на вода

във водопроводната мрежа. Те са определящ индикатор за състоянието на водоснабдителната инфраструктура [2]. По данни на НСИ загубите на вода за 2021 г. в страната са 56,95% (Табл. 1), което надвишава значително стойностите в останалите страни от ЕС, както и спрямо приетите за нормални за ЕУ 10-15 %. По данните от таблицата е съставена графика за разпределението на загубите на вода в % за периода 2017 – 2021 г. (Фиг. 1).



Фиг. 1. Разпределение на загубите на вода за периода 2017–2021 г.

От друга страна загубите в резултат на скрити и явни течове са причина за спад в налягането в системата. Това води до намаляване на ефективността на действие на пожарните хидранти, които са част от водопроводната мрежа, а оттам и намаляване на надеждността за гасене на пожар – предпоставка за големи материални щети и човешки жертви.

Въз основа на проучвания, анализирани в информационен документ на Европейска агенция за околна среда (ЕАОС), е направена констатацията, че политиките на ЕС в областта на водите, насърчават държавите членки да въвеждат по-ефективни практики на управление на водите [3].

Изложеното до тук доказва необходимостта да се търсят нови устойчиви решения при изграждане, реконструкция и експлоатация на водоснабдителните системи. В настоящата работа вниманието е насочено към приложението на съвременни технологични решения на базата на телеметрични технологии, които да осигурят мониторинг на състоянието на водоснабдителната система, водещи до намаляване на загубите на вода в мрежата и по-устойчиво управление на водоснабдяването.

Предвид глобалния характер на проблема за устойчивото управление на водните ресурси е целесъобразно включването на въпроси по темата като задължителен компонент в обучението и подготовката на специалисти във Висшите училища. Материали по темата могат да бъдат включени в учебното съдържание по дисциплини в областта „Екология и опазване на околната среда“ (за студенти от специалности в областта на строителното инженерство и физиката) или в дисциплини с приложен характер като „Водоснабдителни системи“ и „Хидравлика и ВК“ за строителни инженери. Интегрирането на такова учебното съдържание може да се осъществи, чрез въпроси към теоретичната част или чрез включване към курсовото задание на студентите, целящо намиране на конструктивни и технологични решения за намаляване на загубите на вода и контрол на работата на водоснабдителните системи.

2. Същност на проблема

Загубите на вода могат да се дължат на различни причини и често представляват комбинация от такива. Разбирането на първопричините за загубите на вода е от съществено значение при набялването на действия за намаляването им. Предмет на разглеждане са само реалните (физически) загуби, а не тези в резултат на кражба (търговски). Основни причини за появата на течове във водоснабдителните системи са:

- амортизираната тръбна мрежа и арматури;
- стойности на налягането над допустимите;
- разместване на земни пластове;
- неподходящ материал на тръбите и др.



Фиг. 2. Теч във водопроводен участък [4].

В редица разработени през последните години стратегии за развитие на водния сектор се предлагат методи за намаляване на загубите, някои от които са [2, 3, 6]:

- цялостна подмяна на съществуващата водопроводна мрежа;
- контрол и регулиране на налягането във водопроводната мрежа;
- зонироване на мрежата на отделни водомерни зони и др.;
- активен контрол на течовете чрез измерване с акустични логери, корелационни устройства и др.

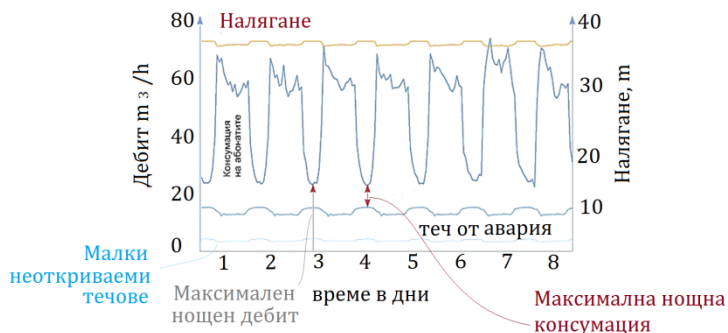
В първия случай са необходими значителни инвестиции и продължителен период за реализация и възвращаемост на вложените средства, докато при останалите се постига намаление на загубите на вода за кратък период от време, със значително по-малки инвестиции.

Предмет на разглеждане в статията е методът за управление на налягането във водоснабдителната система. Той е ефективна мярка за:

- непрекъснато осигуряване на необходимите водни количества за водопотребление и пожарогасене;
- намаляване загубите на питейна вода;
- намаляване на честотата на аварияте;
- предотвратяване на прекъсванията на водоподаването;
- намаляване на експлоатационните разходи (ел.енергия и реагенти) за поддръжка на съществуващите ВиК помпени и пречиствателни станции.

Нормативно регламентирани за водопроводните мрежи в страната са съответно стойности за максимален допустим напор 6,0 atm и минимален допустим напор – 1,2 atm. [5]. По-високото налягане от максималното води до увеличаване

на хидравличните загуби, броя на аварияте и загубите на вода (Фиг. 3).



Фиг. 3. Връзката между дебита, налягането и компонентите на изтичане [6].

От друга страна загубите от скрити и явни течове, водят до намаляване на налягането в системата, което влияе непосредствено върху ефективността на действие на пожарните хидранти.



Фиг. 4. Авария на пожарен хидрант [7].

Пожарните хидранти са част от водопроводната мрежа на населеното място и със спада на налягането в системата, се намалява надеждността за гасене на пожар, което е предпоставка за големи материални щети и човешки жертви.

3. Възможни решения

Телеметрията е дял от комуникационната техника за изучаване на методи-те и средствата за автоматизирано събиране на данни от разстояние, постъпващи от дистанционно разположени датчици, сензори, видеокамери, тахометри, и др. измервателни уреди, прибори и системи, снабдени с електроника за дистанционно предаване на данни.

Иновативно решение във водоснабдителната практика е вграждането на телеметричен модул в конструкцията на пожарните хидранти (Фиг. 5), с което те се превръща в стационарни точки за регистриране, измерване и сигнализиране при промени в характеристиките на хидравличната мрежа [8].



Фиг. 5. Телеметричен пожарен хидрант [8].

В главата на хидранта е разположен сензорен възел, включващ: датчик за налягане на водата във водопроводната мрежа; датчик за откриване местоположението на хидранта; температурен датчик; устройство за обмен на данни; и фотоволтаични клетки за зареждане.

Включването на телеметричен пожарен хидрант в качеството на дистанционен датчик в системата IDEAS (Integrated Data and Electronic Alerts System), включваща система за наблюдение, контролиране и получаване на данни (Supervisory Control and Data Acquisition – SCADA) и Географската информационна система (GIS) дава възможност да се получават данни в реално време за налягането във водопроводната мрежа (Фиг. 6).



Фиг. 6. Система за мониторинг на налягането [8].

На базата на получените данни от мониторинга може да се осъществява анализ на състоянието на хидравличната мрежа и да се прогнозира аварийни ситуации, което дава възможност за намаляване на риска от аварии.

4. Заключение

Предложената в статията идея за мониторинг на системите за водоснабдяване чрез съвременно технологично решение за управление на налягането с телеметрични устройства, има за цел да провокира търсенето на нови възможности за устойчиво управление на водните ресурси и намиране на отговори на нерешени въпроси от научно и инженерно-техническо естество.

Предвид глобалния характер на проблема е целесъобразно включването на въпроси по темата като задължителен компонент в обучението и подготовката

на специалисти във Висшите училища. Материали по темата могат да бъдат включени в учебното съдържание по дисциплини в областта на „Екология и опазване на околната среда“ (за студенти от специалности в областта на строителното инженерство и физиката) или в дисциплини с приложен характер като „Водоснабдителни системи“ и „Хидравлика и ВК“ за строителни инженери. Под формата на дискуссионни въпроси, семинари или задание за курсова работа /проект/ може да бъде поставен казус за намиране на конструктивни и технологични решения за мониторинг и регулиране на налягането във водоснабдителните системи, намаляване на загубите на вода в мрежата, повишаване ефективността и надеждността на пожарните хидранти. Чрез проучване на литературни източници и запознаване с най-новите технологии за измерване на физични характеристики, предаване на данни, приложение на нови материали и методи за строителство на водоснабдителни системи студентите биха достигнали и до нови, креативни решения на поставения проблем.

Литература

- [1] World Water Council, Istanbul Water Consensus For Local and Regional Authorities. Proceedings of the 5th World Water Forum, Istanbul, Turkey, (2009)
- [2] А. Паскалев, Ръководство за намаляване на загубите от неотчетена вода, Част I, БАВ, София, (2011)
- [3] <https://www.eea.europa.eu/bg/signals/signali-2018-g/statii/potreblenieto-na-voda-v-evropa> (7.04.2023, 16:05)
- [4] <https://www.dreamstime.com/ductile-iron-main-pipe-leaks-causing-users-to-disrupt-water-supply-as-well-waste-damage-should-be-done-immediately-ensure-image186926529>, (8.04.2023, 1:45)
- [5] Наредба № 2 от 2005 г. за проектиране, изграждане и експлоатация на водоснабдителните системи (ДВ бр.34 от 2005 г.) – публикувана в БСА бр.6 от 2005 г.
- [6] Guidelines for water loss reduction
<https://www.icafrica.org/fileadmin/documents/Knowledge/GIZ/Guidelines-water-loss-reduction.pdf> (8.04.2023, 4:23)
- [7] <https://hydrants.com/intelligent-monitoring-and-flushing/>(8.04.2023, 5:18)
- [8] <https://www.edc.hr/en/telemetrijski-hidrant/> (8.04.2023, 3:00)

Технологии 3D принтиране – приложение за медицински фантоми

Веселина Георгиева, Гинка Екснер*

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, ул Цар Асен 24, 4000-Пловдив,

*имейл: ginka.exner@gmail.com

Абстракт: Технологиите 3D принтиране навлизат все по-широко в нашето съвремие. Изхождайки от концепцията, че здравето на хората лежи в основата на устойчивото развитие, се търсят все по-съвременни и ефективни методи за гарантирането му. Връзката между 3D технологиите и здравето е възможността за изработване на медицински антропоморфни фантоми, имитиращи човешките тъкани. Ползите и предимствата при използването на фантоми са огромни. С тяхна помощ могат да се създават нови или да се усъвършенстват и оптимизират съществуващите образно-диагностични и терапевтични методи, с избягване на ненужното излагане на реални пациенти на въздействието на вредните йонизиращи лъчения и при гарантиране на безопасността през целия период на работа на апаратурата.

В настоящата работа се описват няколко различни техники за 3D принтиране с техните особености и принцип на действие. Дадени са и примери за подходящи за принтиране материали, способни да наподобят свойствата на човешките тъкани, както и реализирани вече фантоми. Тази информация може да послужи при разработването на STEAM учебно съдържание в училищата или на университетски курсове по 3D принтиране. Като съвременна и достъпна технология, 3D принтирането би следвало да стане неизменна част от преподавания материал, благодарение на която се изграждат компетентности на бъдещето.

1. Въведение

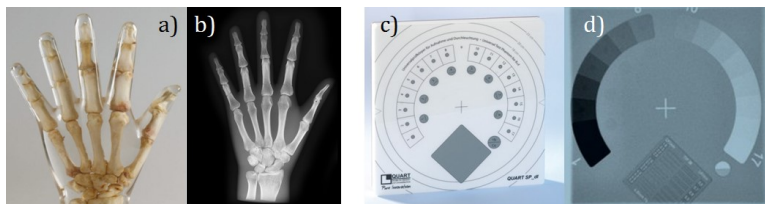
Концепцията за устойчиво развитие включва 17 различни аспекти, както са дефинирани от Организацията на обединените нации [1]. Един от тях е „добро здраве и благополучие“. Следователно в основата на развитието на човечеството стои здравето на всеки отделен индивид.

Понастоящем, образно-диагностичните методи имат ключова роля за правилната диагностика и планиране на лечението. Такива методи са ултразвуковите, рентгеновите, магнитно-резонансните и др. Най-важни техни характеристики трябва да са ефективността и безопасността. Особено остър е въпросът за осигуряване на безопасността при методите с йонизиращи лъчения. Оттук произлиза и необходимостта от принципа ALARA (As Low As Reasonably Achievable) [2], въведен от Международната комисия за радиологична защита през 1977 година, при който се цели намаляване на риска от облъчване до възможния минимум, при който качеството на образите е все още достатъчно за правилна диагностична оценка.

Една от възможностите за намиране на способи за удовлетворяване на изискванията по ALARA е разработването на нови и/или оптимизирането на съществуващите медицински диагностични методи. В наши дни, изпитанията на различните диагностични методи се осъществяват не с реални пациенти, а с техни синтетични заместители – фантоми (Фиг.1), което премахва ненужното облъчва-

не на хора. Едва след постигане на добри резултати, методът се въвежда в клиничната практика. По подобен начин се осъществява регулярен контрол на качеството на апаратурата.

В допълнение, неизменна и много важна част от ефективната подготовка на бъдещите медицински кадри, включващи и медицинските физици, са практическите упражнения. Такива обаче е трудно да бъдат проведени в клинична среда, тъй като студентите нямат правоспособност за работа с реални пациенти. Едно от решенията на казуса е в процеса на обучение да се използват фантоми. Студентите могат да придобият умения за дизайн на фантоми, както и компетентностите, свързани с тяхното използване.



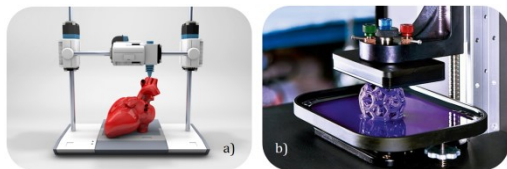
Фиг.1. Примери за медицински фантоми: **а)** антропоморфен фантом на ръка; **б)** рентгенографски образ на същия фантом [3]; **в)** фантом за проверка на качеството на апаратурата; **д)** рентгенографски образ на фантома [4].

2. Техники за 3D принтиране

Технологиите 3D принтиране са иновативен метод с огромен потенциал, който позволява дизайн на обекти за широк кръг медицински приложения. Първият прототип на 3D принтер е изобретен през 1981 г, от Хидео Кодама в Общинският институт за индустриални изследвания в гр. Нагоя, Япония [5]. Този апарат създава слой по слой триизмерни обекти с помощта на втвърдяване на смола чрез насочено облъчване с ултравиолетова (UV) светлина. Оттогава до днес общата идея за послойно създаване на триизмерни обекти еволюира, като възникват различни техники. Те могат да се подразделят в две основни категории (Фиг.2): а) от твърда фаза (филамент или прах), която чрез топене и освобождаване от дюза (или като слой) се втвърдява върху желаната позиция; б) от течна фаза, която с помощта на лъчение се втвърдява в точката на облъчване.

Примери за техники с начална твърда фаза на материала за принтиране могат да бъдат посочени: Fused Deposition modeling (FDM); Laminated Object Manufacturing (LOM), Selective Laser Melting (SLM) и Selective Laser Sintering (SLS) [6]. FDM и LOM използват макроструктуриран твърд материал, докато при SLM и SLS той е във вид на прах. Във **FDM** термопластични материали се оформят във вид на нишки (филаменти) с диаметър от 1,75 до 3 mm и се съхраняват във вид на ролки. Филаментите се подават към нагрятата екструдиреща печатна глава, където се топят. Стопенят материал излиза през дюзата на плотерна система за позициониране в направления (x,y). Стопилката влиза в контакт със студената изграждаща платформа и се втвърдява. След пълното отлагане на единичен слой, съгласно предварително създаден 3D компютърен модел, разделен на срезове позициониращата система се премества на фиксирано, равно на дебелината на срезове, разстояние по оста Z и започва изграждането на следващия слой на обекта. При **LOM** техниката стартовият материал е отново твърд, но е

във вид на лист. Всеки слой се изгражда с помощта на единичен лист, които се ламинира и изрязва с помощта на CO₂ лазер. Остатъчният материал (извън контурите на обекта) се отстранява след цялостното получаване на обекта. **SLM** се базира на добре фокусиран върху подложка лазерен лъч, във фокуса на който, чрез дюзи се доставя прахообразен материал. Попаднал във фокалното петно, той се стопява и отлага. След преместване на лазерния лъч материалът се фиксира, тъй като изстива и се втвърдява. **SLS** техниката [6, 7] се базира на послойно синтероване на прах, който в началото на процеса е във вид на слой, нанесен с помощта на валик. Синтероването (агломерирането) е процес, при който се формира твърд материал с помощта на топлина и налягане, без да се достига до температурата на топене. При това атомите на отделните прахови частици дифундират в съседните и по този начин се сливат в общ твърд материал. Той се постига чрез фокусиране на CO₂ лазер в областите, които трябва да се втвърдят. Невтвърденият материал служи за поддръжка на израствания обект и се премахва след цялостното му изграждане.



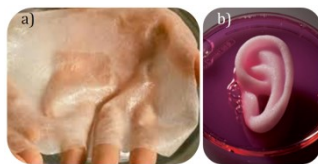
Фиг.2. Техники за 3D принтиране: **а)** с твърди филаменти [8];
б) от течна фаза [9].

Представители на техниките за 3D изграждане на обекти от течна фаза са: Stereolithography (SLA); Digital Light Projection (DLP); Ink-jet; Poly-jet. Базовите компоненти на **SLA** включват UV лазер, сканираща система, вана с течна фоточувствителна смола и издигаща се платформа, потопена в съда. UV лазерът се фокусира в течността и по този начин селективно втвърдява смолата във фокалната зона. Процесът на последователно фокусиране в различни точки се задава от компютърно разработен модел за всеки конкретен слой (срез). След завършване на слоя, платформата слиза надолу с разстояние, равно на дебелина на среза. Процесът се повтаря слой по слой до пълното изграждане на обекта. Резолуцията на PLA зависи от физичните характеристики на апарата, такива като мощност на лазера, скорост на сканиране, дебелина на срезове и др. Минималната дебелина на среза в SLA е около 250 μm за стандартната техника и може да достигне до 10 μm при „микростереолитография“, макар да е за сметка на ниската скорост на печат. **DLP** също разчита на селективно втвърдяване на течни фоточувствителни материали. Предимство на този метод е, че за светлинен източник се използват фотодиоди, което гарантира широк диапазон от дължини на вълните от дълбоката UV област до видимата светлина. Това разширява полето на материалите, като така те могат се активират при различни дължини на вълните в рамките на един принтер. Друго преимущество на **DLP** е наличието на цифрово микроогледално устройство (DMD, digital micromirror device). DMD се състои от хиляди микроогледала, върху които светлината попада едновременно. С подходящо насочване в определена посока, части от нея се отразяват и подават във всички области (пиксели), в които предстои втвърдяване. Така целият слой се втвърдява наведнъж, което ускорява многократно времето за изработване на обектите. Резолуцията на

DLP е от порядъка на $10 - 50 \mu\text{m}$. **Ink-jet** техниката е позната от стандартните принтери. В нея от течен материал с малък вискозитет (мастило), чрез термичен или пиезоелектричен метод, се създава струя от малки капчици ($1-100 \text{pl}$), които биват фокусирани в определените от модела места, върху платформа за изграждане на обекта. Разделителната способност на Ink-jet е около $50 - 300 \mu\text{m}$, като принтирането става с висока скорост (до $10\,000$ капки за секунда). Допълнително предимство е и ниската цена на тази техника. **Polyjet** техниката съвместява предимствата на течното мастило и втвърдяването с лазер. Това води до висока разделителна способност (напр. вертикалната разделителна способност е около $16 \mu\text{m}$). Струйната глава се състои от множество дюзи, като при движението си в (x,y) равнината тя изхвърля капчици от фоточувствително мастило. Когато слойът е завършен, UV лампа мигновено втвърдява отложените капчици. След това става отместване по оста Z и начало на създаването на следващ слой. През впръскащите глави се диспергират два вида материали: поддържащ и изграждащ. Поддържащият материал се прилага за осигуряване на „подпора“ на депозирания изграждащ материал в зоните с кухини или наклони и се премахва след цялостното изграждане на 3D обекта. Основен недостатък на тази техника е наличието на много ограничен брой подходящи материали.

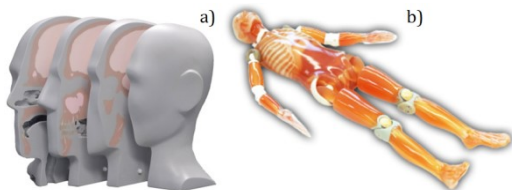
3. Материали за 3D принтиране в медицината

Материалите за 3D принтиране в медицината са разнообразни. Такива са металите, биокерамиките и биостъклата, полимерите и хидрогелове [10]. За обекти, влизащи в контакт с човешкото тяло, съществуват конкретни ограничения, тъй като материалите трябва да са биосъвместими, а в някои случаи и био-разградими. Примери за такива приложения са създаването на транспланти или импланти, заместващи тъкани или органи от човешкото тяло (Фиг. 3). Макар в този случай да се използват същите техники за принтиране, за да се подчертае неговата специфика се използва терминът **биопринтиране**.



Фиг. 3. Примери за биопринтирани обекти: а) кожа, б) ушна мида [11].

На Фиг. 4 са показани фантоми на глава и композитен фантом на цяло тяло, като тъкани са имитирани с различни материали. Изборът на материал се осъществява съобразно приложението на фантома, като се търсят определени: физични свойства (механични, термични, еластични) и начин на взаимодействие с йонизиращото лъчение. Важно условие е и устойчивостта на фантома по време на употреба. В научната литература е демонстрирана употребата на ABS (ABS акрилонитрил бутадиев стиреновата пластмаса), PLA (полимлечна киселина), гума, желатин, епоксидни смоли, PMMA (полиметилметакрилат), Nylon (найлон), високомолекулни материали (полимери, фибри и др.), като те имат естествен или синтетичен произход. В последните години се работи усилено и по създаване на нови, по-достъпни и сравнително евтини материали [12].



Фиг. 4. а) Фантом на глава: различните тъкани са изработени от различен материал, който се вижда благодарение на тяхното оцветяване [13]; б) композитен фантом на цяло тяло [14].

4. Медицински 3D принтирани фантоми

С помощта на 3D принтиране понастоящем са създадени редица фантоми. Например за изследване на действието на **сърцето** и **кръвоносните съдове**, с полимерно биомасило, са създадени модели на сърцето и аортата на пациенти със заболявания [15]. Важен момент при създаването им е, че първо се прави образно-диагностично изследване, като получените снимки стават база за 3D модела, от който се принтира фантома. Желатинът, чрез омрежване и с нискобюджетни съставки, се оказва способен да покрие широк диапазон от тъкани. С такъв материал, с помощта на *polyJet* техниката са създадени антропоморфни фантоми за оценка на качеството на 2D и 3D рентгенови изображения [16], които имитират жлезиста и мастна тъкани. *Carton* и съавтори създават фантом на **гърда** [17]. Фантом на **глава** за компютърна томография е постигнат като за масило е използвана смес от целулоза и нишесте с добавено контрастно вещество (NaI). **Белодробни фантоми** също могат да бъдат намерени в научната литература [18]. Композитни фантоми на **абдоминалната област** с пет органа (черния дроб, далака, двата бъбрека, тънкото и дебелото черво) са били разработени с помощта на агар, разтворими фибри и (ABS) [12].

5. Заключение

Напредъкът в технологиите 3D принтиране довежда до възможността за създаване на иновативни модели за медицински цели. 3D принтираните фантоми притежават висока резолюция и успешно имитират човешките тъкани. Благодарение на това академичната и клинична общности могат да се възползват от бърз, евтин и качествен процес за генериране на обекти за тестване на приложимостта на различните диагностични модове, при оптимизиране на процеса на диагностичните тестове, както и в процеса на обучение. Това води както до повишаване на качеството на образованието, така и до осигуряване безопасността на пациентите с избягване на ненужното облъчване.

Литература

- [1] <https://www.un.org/en/sustainable-development-goals>
- [2] A.W.K. Yeung, The „As Low As Reasonably Achievable“ (ALARA) principle: a brief historical overview and a bibliometric analysis of the most cited publications, *Radioprotection*, 54(2), 103–109 (2019)
- [3] <https://quart.de/produkte/pruefkoerper/durchleuchtung/quart-spdl>
- [4] <https://quart.de/en/products/test-phantoms/anthropomorphic/x-ray-hand-phantom>
- [5] A. Su, S. J. Al'Aref, Chapter 1: Hystory of 3D Printing; in: *3D Printing*

-
- Applications in Cardiovascular Medicine*, eds S. J. Al'Aref, B. Mosadegh, S. Dunham, J. K. Min, Elsevier, pp. 1-10 (2018)
- [6] J. Lai, C. Wang, M. Wang, 3D printing in biomedical engineering: Processes, materials, and applications, *Appl. Phys. Rev.* 8, 021322 (2021)
- [7] E.M. Sachs, J.S. Haggerty, M. J. Cima, P. A. Williams, „Three-dimensional printing techniques,“ U.S. patent 5,204,055 (1993)
- [8] <https://www.futurelearn.com/info/courses/getting-started-with-digital-manufacturing/0/steps/184102>
- [9] <https://medium.com/future-today/the-10-types-of-3d-printing-technology-2f07d97882f8>
- [10] G. Poologasundarampillai, A. Nommeots-Nomm, Chapter 3: Materials for 3D printing in medicine, In: *3D Printing in Medicine*, pp. 43–71, Elsevier (2017), doi:10.1016/B978-0-08-100717-4.00002-8
- [11] <https://www.geeetech.com/blog/2020/01/3d-bioprinting-for-medical-and-enhancement-purpose/>
- [12] X. Ma, M. Figl, E. Unger, M. Buschmann, P. Homolka, X-ray attenuation of bone, soft and adipose tissue in CT from 70 to 140 kV and comparison with 3D printable additive manufacturing materials, *Sci. Rep.*, 12, 14580 (2022)
- [13] <https://www.cirsinc.com/products/radiation-therapy/proton-therapy-dosimetry-head/>
- [14] <https://www.kyotokagaku.com/en/products/anthropomorphic/>
- [15] <https://news.mit.edu/2023/custom-3d-printed-heart-replicas-patient-specific-0222>
- [16] E. Dahal, A. Badal, A. Zidan, A. Alayoubi, T. Hagio, S. Glick, A. Badano, B. Ghamraou, Stable gelatin-based phantom materials with tunable x-ray attenuation properties and 3D printability for x-ray imaging, *Phys. Med. Biol.*, 63(9), 09NT01 (2018)
- [17] A.-K. Carton, P. Bakic, C. Ullberg, H. Derand, A.D.A. Maidment, Development of a physical 3D anthropomorphic breast phantom, *Medical Physics*, 38(2), 891–896 (2011)
- [18] N. Irnstorfer, E. Unger, A. Hojreh, P. Homolka, An anthropomorphic phantom representing a prematurely born neonate for digital x-ray imaging using 3D printing: Proof of concept and comparison of image quality from different systems, *Sc. Rep.*, 9, 14357 (2019)

Изследователските задачи като средство за формиране на устойчиви знания и умения у учениците при изучаване на топлинни явления в учебния предмет „Физика и астрономия“, 8-клас

Даниела Иванова¹, Желязка Райкова²

¹МГ „Баба Тонка“ – Русе

²ПУ „Паисий Хилендарски“

Абстракт: Генералната асамблея на Обединените Нации разглежда качествено образование като една от глобалните цели за устойчиво развитие. То дава възможност на всеки човек да придобива знания, умения и нагласи, които да го мотивират да дава своя принос за устойчиво развитие, да взема информирани решения и да поема отговорност за действията си. Знанията за топлинните явления са свързани с изучаване на екологични проблеми, такива, свързани с опазването на околната среда, промяната на климата и използването на различни източници на енергия. Всичко това има отношение към изграждане трайно и съзнателно отношение към природата и обществото. Настоящият доклад представя опита ни по прилагането на изследователски подход чрез решаване на изследователски задачи при изучаването на понятията „количество топлина“ и „специфичен топлинен капацитет“. Учениците често разглеждат тези величини като синоними на величината „температура“, показвайки неразбиране на същността им. В доклада е описана технологията на провеждането на експерименталния урок с ученици от 8-ми клас на МГ „Баб Тонка“, гр. Русе. Изследователската задача с експериментален характер, която е поставена за решаване е да се определи каква част от разходите на едно домакинство са свързани с нагриването на вода. Описани са дейностите на учениците, техните резултати и инструкциите, които учителят предлага за провеждането на урока. Изучаването на топлинните явления по този начин помага на учениците да развият критично мислене да вземат информирани решения, имащи екологичен и икономически характер и да могат да провеждат изследване прилагайки научния метод.

Ключови думи: изследователски подход, изследователски задачи, образование за устойчиво развитие, количество топлина, специфичен топлинен капацитет, специфична топлина на изгаряне

1. Въведение

ЮНЕСКО, като водеща организация на Обединените Нации, има водеща роля за изпълнението на пътната карта до 2030 година за образованието за устойчиво развитие [1]. Това е рамката, която определя как можем да постигнем устойчиво развитие чрез образование като трансформиране учебната среда и вдъхновяваме младите хора да бъдат активни участници в изграждането на собственото си бъдеще. За да се справим с предизвикателствата пред съвременното общество, като промени в климата, ограничени водни ресурси или енергийни източници, обучението трябва да бъде насочено към дейности, водещи до решаване на проблеми. Използването на изследователски задачи и методи в обучението позволява получаване на знания и умения за устойчив начин на живот, учениците

да се научат да „действат локално и да мислят глобално“ [2].

Целта на доклада е да споделим педагогически опит, при който чрез решаване на изследователски задачи да се изучат понятията „количество топлина“ и „специфичен топлинен капацитет“ и да се формират устойчиви знания за топлинните явления и тяхната връзка за опазването на околната среда. Цялото изследване е посветено на използването и съхраняването на енергията, което има голямо значение за изграждане на правилно поведение и отношение на всеки млад човек към устойчивото развитие на обществото.

2. Методика на провеждане на занятие с използване на изследователска задача

2.1. Поставяне на изследователски въпрос

Една седмица преди провеждане на занятиято пред учениците се поставя изследователски въпрос – „*Каква част от разходите на едно домакинство са свързани с нагряването на вода?*“ В продължение на седем дни учениците правят проучване за използваните уреди в тяхното домакинство, свързани с нагряването на вода. Определят консумираното количество енергия от отделните уреди и определят общата консумирана електрическа енергия за една седмица. При проучването учениците попълват работен лист 1 (Приложение 1.), който изисква да се провери каква е месечната сметка за електрическа енергия, която плаща тяхното домакинство. След като определят седмичната сметка за електрическа енергия, те пресмятат колко процента от общата електрическа енергия са консумирали уредите, свързани с нагряване на вода.

Анализът на резултатите при проведеното занятие с ученици от МГ „Баба Тонка“ – гр. Русе показва, че за 25 ученици, участвали в предварителното проучване, средната стойност на консумираната електрическа енергия от уреди, свързани с нагряване на вода, е 31,2 % от общата консумирана електрическа енергия от домакинството. Учениците сами определиха кои уреди да включат в проучването, намериха данни за мощността им и определиха колко време в денонощието нагряват вода. Обобщението на данните е показано в Таблица 1.

Таблица 1. Анализ на предварителното изследване

Използвани електроуреди	Брой ученици, включили посочените електроуреди в изследването, %	Средна мощност на използваните електроуреди, kW	Средна продължителност на работата в денонощие, h	Средна консумирана електроенергия в денонощие, kWh
бойлер	100	1,7	4,6	7,82
пералня	100	2,2	2,1	4,62
съдомиялна	84	1	1,2	1,2
кафемашина	48	1,1	0,25	0,28
котлон	20	1	1	1
печка	88	2,1	1,3	2,73

2.2. Провеждане на експериментално занятие

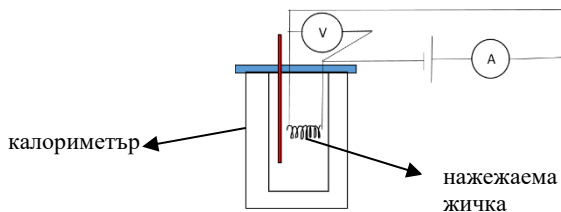
В началото на занятиято се коментират резултатите от предварителното проучване и се правят съответните изводи. Учениците стигат до заключение, че голяма част от разходите на домакинство са свързани с нагряване на водата. Според изследвания в световен мащаб тези разходи са между 14% и 23% за различните части от света [3]. Обсъждат се възможните причини за тези големи разходи и се прави извод, свързан с голямата стойност на специфичния топлинен капацитет на водата. Учениците познават тази величина, но често не разбират нейния смисъл [4].

С цел по-задълбочено осмисляне на понятията „количество топлина“, „специфичен топлинен капацитет“ и „температура“ се провеждат два различни експеримента за определяне на специфичния топлинен капацитет на водата – чрез използване на електрически калориметър и чрез изгаряне на спирт.

2.2.1. Определяне на специфичния топлинен капацитет на вода чрез използване на електрически калориметър

Етапите на провеждането на този експеримент са следните:

➤ В калориметъра се налива вода с маса m . Свързва се електрическа верига, като се измерват токът и напрежението през нагревателния елемент на калориметъра (Фиг. 1) и изменението на температурата за определен интервал време t . Използването на фурие сензори позволява едновременно измерване на напрежение, ток и температура в даден момент време [5].



Фиг. 1. Схема на опитната постановка

➤ Определят се стойностите на отделеното количество топлина Q в последователни моменти време t (1).

$$Q = UI\tau = P\tau \quad (1)$$

➤ Пресмята се специфичния топлинен капацитет на водата чрез измерените стойности на величините (2):

$$c = \frac{UI\tau}{m\Delta t} \quad (2)$$

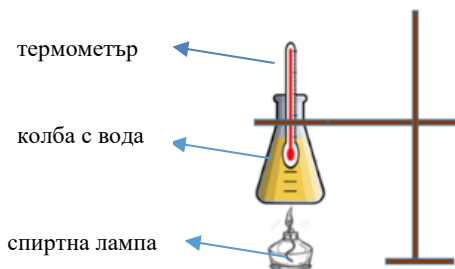
➤ Построяват се графични зависимости на времето за нагряване в зависимост от полученото количество топлина и от температурната разлика. Така учениците експериментално доказват, че водата получава голямо количество топлина за промяна на температурата с 1°C .

➤ При изпълнение на експериментите се попълва работен лист 2 с получените резултати (Приложение 2).

➤ За осмисляне и обобщаване на получените резултати от експериментите се решава следната изчислителна задача: *Колко енергия е необходима за нагриване на бойлер с обем 80 литра от температура 20°C до температура 80°C? За колко време ще стане това? Колко ще струва?*

2.2.2. Определяне на специфичния топлинен капацитет на вода чрез изгаряне на спирт

➤ Налива се вода в колба и се измерва нейната маса m_w .
 ➤ Измерва се масата на спиртна лампа, която се използва за нагриване на водата (Фиг. 2)



Фиг. 2. Схема на опитната постановка

➤ Водата се нагрива чрез спиртната лампа и се измерва температурната разлика. След нагриването се измерва отново масата на спиртната лампа и се определя количеството на изгорелия спирт m_c .

➤ Пресмята се количеството топлина, необходимо за изгаряне на определено количество спирт, като се търсят в справочници или в интернет данни за специфичната топлина на горене на спирта q (3):

$$Q = q m_c \quad (3)$$

➤ Пресмята се специфичния топлинен капацитет на водата (4):

$$c = \frac{Q}{m_w \Delta t} = \frac{q m_c}{m_w \Delta t} \quad (4)$$

➤ Учениците правят проучване за стойностите на специфичните топлинни капацитети на други горива, сравняват ги и правят извод за разликата при използването им за нагриването на същото количество топлина.

➤ За осмисляне и обобщаване на получените резултати от експериментите се решава изчислителна задача: *Какво количество спирт е нужно за нагриване на вода в бойлер с обем 80 литра? Какво количество природен газ е необходимо за нагриване на тази вода?*

3. Резултати и дискусия

След приключване на експерименталната работа, учениците сравняват получените стойности за специфичния топлинен капацитет по двата метода. Чрез дискусия в класа се обсъждат възможните източници на грешки. По време на тази дискусия учениците правят изводи за икономическата ефективност от нагриването на водата по различни начини, за резултатите от използването на различни горива и за влиянието им върху околната среда.

4. Заключение

Чрез изпълнение на тази експериментална изследователска задача учениците разбират в по-голяма дълбочина значението на голямата стойност на специфичния топлинен капацитет на водата – необходимо е голямо количество топлина за нагриване на единица маса от нея с един градус. Споделят, че за първи път осъзнават причините за продължителното време, необходимо за приготвяне на чай. Осмислят се също и величините количество топлина и температура и се осъзнава разликата между тях.

Изучаването на топлинните явления по този начин помага на учениците да усвоят по-качествено физичните величини, създава се интерес към физиката, развива се критично мислене и способност за формулиране на изводи. Така учениците се учат да вземат информирани решения с екологичен и икономически характер и най-вече се изграждат умение за провеждане на изследване, прилагайки научния метод.

Описаният метод на изучаване на топлинните явления дава възможност да се формира екологично съзнание чрез разбиране на значението на използването на биогоривата и да се изгради трайно и съзнателно отношение към природата и обществото – важно условие изграждане на поведение за устойчиво развитие.

Литература

- [1] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802.locale=en>
- [2] <https://www.mext.go.jp/en/unesco/title04/detail04/sdetail04/1375695.htm>
- [3] B.Yildiz, J. I. Bilbao, M.Roberts, S.Heslop, J.Dore, A.Bruce, I.MacGill , R.J.Egan, A.B.Sproul, *Analysis of electricity consumption and thermal storage of domestic electric water heating systems to utilize excess PV generation*, Energy, **235**, doi.org/10.1016/j.energy.2021.121325, (2021)
- [4] D.G. Herrington, *The Heat Is On: An Inquiry-Based Investigation for Specific Heat*, J. Chem. Educ. 88, 1558–1561, doi.org/10.1021/ed200109j , (2011)
- [5] <https://www.atlascom.bg/p/41/Fourier+Education>

Приложение 1

Име....., клас

Работен лист 1

Каква част от разходите на едно домакинство са свързани с нагряване на вода?

- В продължение на една седмица направете проучаване за използваните уреди във вашето домакинство, свързани с нагряването на вода.

уред	P, kW	време за работа в денонощието, h	E, kWh/ден	E, kWh/седмича

- За да определите консумираното количество енергия, _____
 $E = P \cdot t$.

Кадето E е консумираната енергия в kWh, P е мощността на уреда в kW, t е времето в часове

- Определете общата консумирана електрическа енергия за една седмица в kWh
 $E = E_1 + E_2 + E_3 = \dots$
- Помислете колко е месечната сметка за електрическа енергия, която плаща вашето домакинство. Разделете на 4 и получите средната сметка за електроенергия.

Определете колко % от обща електрическа енергия са консумирани уредите, свързани с нагряване на вода.

Обща електрическа енергия за месец, kWh	Обща електрическа енергия за седмица, kWh	Квака част от общата енергия отива за нагряване на вода, %

Приложение 2

Име....., клас

Работен лист 2

Нагряване на вода

- Определете на специфичния капацитет на вода чрез използване на електрически калориметър.
 - Свързва се електрически калориметър в електрическата верига с източник на напрежение, амперметър и волтметър.
 - Налива се студена вода в калориметра.
 - Измерва се масата на водата и се поставя термомер.
- Нагрева се водата в калориметра, като се определят стойностите на отгрянаното количество топлина Q в последователни моменти време t.
 - $Q = UI t = P t$

Nº	U, V	I, A	P, W	t, °C	t, s	Q, J	c, J/(kg·K)

Построяват се графики зависимости на времето за нагряването в зависимост от полученото количество топлина, на изменение на температурата с времето и на времето в зависимост от температурната разлика.

↑ t

↑ Q

↑ ΔT

↑ t

Определя се средната стойност на специфичният топлинен капацитет на водата:

$$c = \frac{UI t}{m \Delta T}$$

$$Q = q m$$

- Колко енергия е необходима за нагряване на бойлер с обем 80 литра от температура 20°C до температура 30°C? За колко време ще стане това? Колко ще струва?
- Нагреване на вода чрез нагряване на спирт.
 - Наляване на леденяк за специфичните топлини на изгаряне на различни горива
 - Определя се количеството топлина, нужно за изгаряне на определено количество спирт.
- Измерва се масата на спирта палма.
- Нагрева се наля определено количество вода, измерва се температурната разлика.
- Измерва се количеството на изгорял спирт и се пресчита отгрянаното количество топлина.

Nº	m, kg	m, kg	ΔT, °C	t, s	c, J/(kg·K)

Определя се средната стойност на специфичният топлинен капацитет на водата:

$$c = \frac{Q}{m_1 \Delta T} = \frac{q m}{m_1 \Delta T}$$

- Кажете количество спирт е нужно за нагряване на вода в бойлер с обем 80 литра? Кажете количество природен газ е необходимо за нагряване на тази вода?

Оптимизиране на работата по проектно-базиран подход, основан на темперамента на участниците

Стоянка Костадинова

Частно средно училище „Дружба“, бул. Руски №18, гр. Пловдив

Абстракт: Въпросът за постигане на възможно най-високи образователни резултати е бил и ще бъде винаги поставян. Напредването на разбирането ни във всички области на познанието налагат, от една страна обновяване на учебното съдържание, а от друга – на методите на преподаване. Учебното съдържание бива дискутирано и обновявано в рамките на дейностите на Министерство на образованието и науката (МОН), докато далеч по-голяма свобода се дава на методите, подходите и техниките на преподаване.

Настоящият доклад представя резултатите от изследване, посветено на влиянието на темперамента при работа по проектно-базиран подход [1], проведено в рамките на 2021-2022 учебна година. В него участват ученици от 9 и 10 клас разпределени в 4 броя екипи. За целите на изследването бе разработен специализиран инструментариум – тест на Айзенк [2] за типизиране на темперамента. Във всеки етап на проектната дейност, решенията за начин на работа, подход към задачите, начин на мислене и действие се ръководиха от темперамента. Прилагането на този подход показва, че екипите, в които има балансиран брой участници, по отношение на темпераментите постигат най-добри резултати. Това може да се отнася до възможността за използване на силните страни на всеки от учениците. Екстровеерите притежават лидерски умения, което е от голямо значение при планиране на дейностите и тяхното разпределение, докато интровертите се отличават със склонност към задълбочаване, което прави разработките много по-детайлни. Изявата на личността доведе до редица ползотворни дейности необходими за трайното възприемане на материала. Организацията на дейностите имаше за цел да проследи дали опитът при работа по проекти ще даде забележимо подобрене по отношение на екипната работа и по отношение на постигането на образователните цели.

В заключение може да каже, че управлението на успеваемостта с отчитане на темперамента на участници, при съставяне на екипа е важен аспект за създаване на трайни знания, както и за възпитаване на редица качества, такива като работа в екип, толерантност, умения за планиране при изпълнения на задачи. Формирането на всички тези компетентности са в основата на създаване на личности, способни да осигурят устойчиво развитие на България в дългосрочен план.

1. Въведение

Основна и актуална задача на обучението по предмета „Физика и астрономия“ е разработването на учебно съдържание, подчинено на компетентностния модел, който следва да се разбира като [3]: „... динамичната съвкупност от знания, умения, нагласи и отношения, които се придобиват в процеса на обучението...“. Те се свързват с уменията да се извършват определени дейности т.е. умение, основано на знание. Същевременно, съвременното българско образование се сблъсква със сериозно предизвикателство, свързано с намирането на начин за

хармонизиране на разбиранията и поведението на личността в нашето модерно общество с целите на обучението. Постоянно променящите се обществени нагласи, морални норми, съчетани с огромното количество информация и дезинформация, поставят пред образователната система въпроса – какъв е правилният подход към учениците, особено в контекста на темата за многообразието в обществената философия.

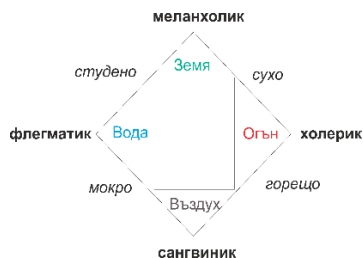
Добре известен факт е, че успехът на обучението в училище зависи от много фактори, като един изключително съществен е индивидуалната рефлексия на всеки отделен индивид. При едно и също предложено учебно съдържание, реакциите, активността и нагласите на всеки ученик могат да са различни. Някои автори дори въвеждат термина „обучение на различни скорости“ [4]. Следователно изучаването на многообразието в поведението е точно толкова важно и актуално, колкото самото разработване на иновативно тематично учебно съдържание.

Теорията и практиката на педагогиката биха могли да постигнат висока ефективност, ако психологическата диагностика, свързана с установяване на индивидуалните характеристики на всеки ученик, навлезе по-широко във всекидневната педагогическа практика [5], макар това да изисква усилия на педагозите за усвояване на методологията, методите и техниките на психолого – педагогическото тестиране и диагностициране.

2. Влияние на темперамента при работа по проектно-базиран подход.

Основа на многообразието е темпераментът. Счита се, че темпераментът е по рождение, той се описва с вродени психически характеристики.

Гален (130 – 200 г.пр.н.е) пръв въвежда идеята за темперамента, като начин да обясни разликите в характерите на различните хора [6]. Той въвежда четирите основни типа темперамент – холестерик, меланхолик, сангвиник и флегматик, като ги свързва с четирите основни елемента – огън, земя, въздух и вода, от които по това време се е считало, че е изградено всичко във вселената (**Фиг. 1**). Различията в характерите са обяснени от автора чрез различните пропорции при смесването на тези четири темперамента, като въвежда термина блендиране (смесване).



Фигура 1. Идея на Гален за темпераментите, свързана с четирите основни елемента, които изграждат материята и свързаните с тях усещания за студено, сухо, горещо и мокро [6].

Въпреки, че наблюденията на Гален се различават от съвременните представи за темперамент, все пак може да се направи връзка между двете идеи. На

Фиг. 2 е показана връзката между четирите темперамента, според Гален и модерната теория. Според типа висша нервна система типове са два: силен и слаб. Към силните типове спадат: неуравновесен и неударжлив (холеричен темперамент); уравновесен и подвижен (сангвиничен темперамент); уравновесен и инертен (флегматичен тип); и неуравновесен (меланхоличен тип).



Фигура 2. Връзка между съвременните разбирания за темперамент и идеите на Гален [6].

Понастоящем понятието „темперамент“ отразява индивидуалните и своеобразните особености в поведението, които са устойчиви и се повтарят независимо от ситуацията. Той неминуемо оказва влияние върху поведението на индивида, което е от съществено значение, особено по време на упражняване на професията, в трудовата среда (или в училище), тъй като влияе на възможността за справяне с различни предизвикателства и препятствия по пътя към целта; възможността и бързината на приспособяване към нова обстановка, изисквания или условия; емоционалните реакции на външни или вътрешни стимули и др.

Веднага следва да се подчертае, че всеки вид темперамент е ценен [7]. Няма добър или лош темперамент – всеки тип има своите предимства и недостатъци, а още повече, че рядко темпераментът може да се срещне в чист вид (като основен тип, дефиниран в психологията – сангвиник, холерик, флегматик и меланхолик). Обръщайки внимание на природните дадености на учениците, свързани с темперамента им, учителят би могъл да създаде оптимални условия за обучение в училище.

Особено важно за реализацията на целите на настоящата разработка е, че „Проектно-ориентирано обучение“ (ПОО) дава много по-широки възможности за изява на личността т.е. ролята на темперамента излиза на преден план. Чрез ПОО най-адекватно може да отрази връзката интровертност-екстровертност при поситигане на обучителни резултати. Диференцирането на обучението въз основа на темперамента отслабва стресовите фактори, влияе положително върху мотивацията за учене, стимулира познавателния интерес и активността на учениците. Пренебрегването на тези характеристики не само прави академичната ефектив-

ност по-ниска от възможното, но и причинява психологически дискомфорт, което означава, че влияе върху физическото и психичното здраве на обучаващите се. Между предимствата на този метод могат да бъдат посочени: богат избор на теми – както строго специфични за един предмет, така и мултидисциплинарни, които да се доближават до реални житейски задачи; възможност на учениците да работят в екип, като така се създават и техните умения (социални, интелектуални и комуникативни компетентности); възможност за избор на подход при постигане на целите на проекта от страна на учениците – т.е. включване на проучвания, използване на инженерен дизайн, дискусии (мозъчна атака и др.) и мн. др.; оценка на постигнатото чрез формиращо оценяване, включващо възможност за обратна връзка и подобряване на първичните резултати; създаване на съревнователна среда, водеща до по-добро фокусиране по време на работа, водено от стремежа за постигане на определен резултат.

Съчетаването на ПОО с отчитането на особеностите на темперамента, би довело до изграждане в максимална степен на компетентностите, които са ключови за бъдещите граждани на едно съвременно европейско общество. Така училището ще се превърне наистина в мястото, където се оформят характера и нагласите на учениците, получава се възможност за творческа изява и придобиване на самочувствие и вяра във възможностите си.

Факт, който трябва да се има предвид при планирането на съвременното обучение и който дава основание да се използва ПОО е, че учениците притежават голям потенциал, който не винаги бива използван; учениците са любознателни; те могат да конструират знанията си; по природа децата (а по-късно и учениците) са изследователи и откриватели; по рождение всеки индивид чувства нужда от контакти, подкрепа и одобрение; учениците се стремят да си набавят постоянно нови знания и умения; учениците имат различен език да изразят знанията и чувствата си; емоционалната обвързаност с изучавания материал е от съществено значение при усвояването му.

В научната литература и по-конкретно при обучението по предмета „Физика и астрономия“ като че ли влиянието на темперамента върху постигнатите резултати не е особено добре застъпена. По тази причина и целта на настоящата разработка е да се изследва връзката екстровертност-интровертност и постиженията на учениците при ПОО по предмета „Физика и астрономия“.

За постигането на целта бяха поставени редица методически задачи: 1) да се избрат теми за проекти и да се разработи методика за работа; 2) да се оцени ефективността на усвояване на учебния материал чрез създаване на набор от релевантни критерии и подходящ инструментариум; 3) да се проучи връзката екстровертност-интровертност и постиженията на учениците от 9-ти и 10-ти клас; 4) да се проучат нагласите на учениците за работа по образователната технология „Проектно-ориентирано обучение“.

За целите на настоящата разработка бяха подбрани три теми за проекти:

1. „Движения в природата“, предвиден за 9-ти клас; 2. „Съвременни приложения на радио- и микровълните“ – за 10-ти клас; 3. „Известни личности“ – за 9-ти и за 10-ти клас. Първите две теми са част от предвиденото учебно съдържание, докато третата тема е надграждаща. Целта е да се проследи поведението на учениците и влиянието на темперамента, както при изработването на проект върху тема от учебника, така и върху непозната такава.

Оценката на темперамента в термини на екстровертност/интровертност бе

направена с помощта на тест на Ейзенк [2]. Този тест е общоприет от цялата научна общност за достатъчно надежден за оценка по този показател.

Определянето на темперамента на тестирането лице се осъществява чрез отговорите на 57 въпроса. Всеки въпрос симулира някаква житейска ситуация, като по този начин се идентифицира обичайният начин на реакция на ученика. Отговорите са дуални („да“ или „не“), като се изисква отговорите да се дават спонтанно, какво идва наум на тестирания веднага. В теста са включени и някои въпроси, които са показател за неискреността, които показват склонността на ученика да бъде харесван от другите и не са свързани със самоанализ на поведението [8].

За отчитане на нивото на достигане на образователните цели, предвид спецификата на ПОО, беше използвана методиката на формиращото оценяване [9, 10].

Важен аспект по време на работа бе уведомяването на екипите за техния напредък. По този начин се постигна и обратна връзка за това как самите учениците определят постигнатото. Последната стъпка е изключително важна при ПОО. Оценката, самооценката и дискусиата служат за допълнително, ненаатрапчиво насочване участниците в правилните стъпки за постигането на целите по проектите.

3. Заключение

Добрият учител се стреми да създава организационно-методическа и дидактическа система, включваща подбор и структуриране на учебното съдържание, методи на обучение, методика на изготвяне и използване на дидактически материали, подходящ микроклимат, предразполагащ към сътрудничество и работа в екип.

Тя е и специфична и много разнообразна когато се визира предмета „Физика и астрономия“. Съвременните тенденции в методи на преподаване следва да са фокусирани към оптимизиране на класната стая, към повишаване на ефективността на работа и към постигане на компетентности за живота през 21-ви век.

В настоящата разработка бе използван подходът на проектно-ориентираното обучение, като постигнатите резултати бяха оценени както по отношение на обучителните резултати, така и във връзка с темперамента на участниците в обучението. По-конкретно бе анализирана степента на интровертност/екстровеитност.

Резултатите от направеното педагогическо проучване показаха, че работата по проекти, която отразява не само знанията по предмета, но и Азът на личността (и в този контекст темпераментът на учениците), оказват положително въздействие върху активността, усилията и желанието за успех на участниците в проучването.

Изследването показва, че съществува корелация между темперамента и постигането на образователни резултати. Ефективността на екипна работа е най-висока при баланс между темпераментите на участващите в екипа ученици, което позволява извличането на максимално ползи от силните страни на всеки тип темперамент. Структурата на успешния екип обаче не е строго фиксирана. Възможна е определена компенсация, когато в екипа присъстват различен брой екстровеитно ориентирани или интровертно ориентирани личности. Екипи с натрупване на еднотипни темпераменти води до влошаване на резултатите.

Следователно, оценката на темперамента на учениците е полезно средство за разкриване на нови възможности за активно екипно участие на учениците в учебния процес. Такъв подход подпомага и развитието на умения и качества, които са трудно постижими при традиционното обучение, такива като уменията да се приеме предизвикателството на промяната и да я осъществи, като направи личен принос.

Направеното анкетно проучване показва положителните нагласи на учениците към работата с иновативни педагогически методи, такива като ПОО. Те добре осъзнават трудностите на екипната работа, но и правилно оценяват ролята ѝ за повишаване на успеха си.

4. Литература

- [1] **Димитрова В., Димитрова Н.** (2009) *Annuaire de l'Universite de Sofia „St. Kliment Ohridski“*, Faculte de Physique, 102, 85-106, *Проектно-базирано обучение по Физика и астрономия*
- [2] **Eysenck S. B. G., Eysenck H. J., Barrett P.** (1985) *Person. individ. Difl*, 6(1), 21-29, *A revised version of the psychoticism scale*
- [3] <https://www.mon.bg/bg/100770>
- [4] **Фридман Л. М.** (1991) Научни трудове на ПУ „П. Хилендарски“, Физика, 2, 75-95, *Относно методиката на обучение за решаване на физични задачи*
- [5] **Zhechev Z.** (2016) *International scientific refereed online journal*, 18, 39-44 ISSN2367-5721, <http://sociobrain.com/>
- [6] **Stelmack R. M., Stalikas A.** (1991) *Personality and Individual Differences* 12(3), 255-263 *Galen and the humour theory of temperament* [https://doi.org/10.1016/0191-8869\(91\)90111-N](https://doi.org/10.1016/0191-8869(91)90111-N)
- [7] **Шопова З., Донеv Д.** (2019), Е-списание „Педагогически форум“, 4, 22 – 31, ISSN: 1314-7986, doi: 10.15547/PF.2019.026
- [8] <https://bg.griego-medical.com/psihotip-test-ajzenka.htm>
- [9] **Fernandes S., Flores M. A., Lima R. M.** (2012) Chapter 9: *Student assessment in project based learning*, in *Project Approaches to Learning in Engineering education, The practice of Teamwork* eds. Campos L. C., Dirani E, A. T., Manrique A. L., van Hattum-Janssen, Science Publisher Rotterdam/Boston/Taipei, pp. 147-160, ISBN: 978-94-6091-958-9
- [10] **Sari M. S., Sunarmi, Sulasmi E. S., Mawaddah K.** (2019) *AIP Conference Proceedings* 2120, 060009, <https://doi.org/10.1063/1.5115709>, Assesment for learning: using formative assesment in problem- and project based learning https://scholarworks.iu.edu/dspace/bitstream/handle/2022/22206/Assesment%20for%20Learning_%20Using%20formative%20assesment%20in%20problem%20-%20and%20project-based%20learning.pdf?sequence=1

„Радиоактивните ядра – предизвикателства и възможности“ – интердисциплинарен урок в десети клас

*Юлиана Белчева, Елица Михайлова, Светлана Енева
СУ „Свети Патриарх Евтимий“, гр. Пловдив*

Абстракт: В доклада се представя педагогическа практика, насочена към методически вариант за интеграция на знания и умения от различни предметни области. Интердисциплинарният урок „Радиоактивните ядра – предизвикателства и възможности“ се проведе през месец февруари 2023 г. в залата на СУ „Свети Патриарх Евтимий“ гр. Пловдив. В него участваха ученици от паралелка природоматематически профил в десети клас с интензивно изучаване на английски език. Урокът интегрира знания и умения по физика, химия, биология, история, философия, английски и испански език, както и информационни технологии. Урокът се проведе под формата на дискусия на кръгла маса и включваше следните теми:

- ❖ Радиоактивност;
- ❖ Делене ядрата на уран;
- ❖ Последствия от йонизиращите лъчения върху човешкото тяло;
- ❖ Влияние на йонизиращите лъчения върху клетките;
- ❖ Диагностика и лечение чрез йонизиращи лъчения;
- ❖ Историята на първия ядрен реактор;
- ❖ Проектът Манхатън 1942-1945 г.;
- ❖ Ядрените бомби;
- ❖ Хибакуша;
- ❖ Ядрените електроцентрали в Европа и света;
- ❖ Аварията в Чернобил;
- ❖ Термоядрен синтез.

Изложение

Обучението по физика и астрономия допринася за развитието на подрастващите, като ги подпомага да се справят с предизвикателствата, които им поднася заобикалящият ги динамичен живот. И за да бъде интересно и ефективно обучението, учениците трябва да бъдат ангажирани в учебния процес.

Обучението по физика и астрономия предполага възможности за междупредметни връзки с други учебни предмети като химия и опазване на околната среда, биология и здравно образование, информационни технологии, география и икономика, история и цивилизация, философия, музика, изобразително изкуство, английски и испански език.

В педагогическата литература междупредметните връзки се определят като: условие, повишаващо ролята на обучението за формиране на научен светоглед [1]; дидактическо условие за формиране на познавателни интереси на учениците, за развитие на мисленето им и на творческите им способности; отражение на взаимовръзките между всички основни елементи на цялостната система от

знанията за природата, обществото и човека.

Изследванията показват, че междупредметните връзки влияят позитивно върху познавателната мотивация на учениците [2, 3]. Ето защо в своята педагогическа практика използваме интердисциплинарните уроци, които осъществяваме всяка учебна година, като ефективно средство за реализиране на междупредметни връзки с цел не само да се обогатява системата от светогледни знания на учениците, а и да се повишава мотивацията им за учене.

Разработването и провеждането на интердисциплинарни занятия се извършва в екип от колеги от други учебни предмети в класна и извънкласна форма на организация на обучението [4].

Подготовката на съвместния урок с учениците започна през месец октомври и продължи до средата на месец февруари. Съвместно с колегите по химия и опазване на околната среда, биология и здравно образование, информационни технологии, география и икономика, история и цивилизация, философия, музика, изобразително изкуство, английски и испански език, обсъдихме учебните програми и учебници по физика и астрономия за десети клас. Подготвихме план на урока и представихме заедно идеята ни пред учениците от X^a клас – паралелка с профил биология, химия и английски език. След нашите разяснения те се разделиха на групи по всяка една от представените вече теми. Дадохме им източници на информация и насоки по отношение на допълнителната литература, която трябва да намерят и да я разискват под формата на кръгла маса пред съучениците си по време на съвместния урок. Поставихме срокове пред учениците, в които те трябва да представят събраните от тях материали. Предложихме им да подготвят общ мултимедийен продукт, който да се използва за онагледяване на съвместния ни урок.



В началото на урока беше представено видео, което онагледява видовете радиоактивни лъчи, въздействието им върху човешкия организъм, деленето на ядрата на уран, ядрените електроцентрали.

Учениците разказаха накратко за откривателите на радиоактивността – Анри Бекерел, Ърнест Ръдърфорд, Мария и Пиер Кюри. След това беше повдигнат въпроса за повсеместното използване на радия – от лекарства срещу простуда, до такива срещу рак; до производство на пасти за зъби, през детски играчки, до добавка в питейна вода. Между 1917-та и 1926-та година в град Ориндж, Ню Джърси, САЩ, местна фабрика на компанията U.S. Radium Corporation наема около 70 жени на работа. По-късно те стават известни като „радиоактивните момичета“, а тяхното здравословно състояние е обект на сериозни съдебни дела. С учениците разисквахме как хората научават по трудния начин един тежък урок за прилагането на нови и недостатъчно проучени технологии в стремежа си за печалба – урока за въздействието на йонизиращата радиация върху живите организми.

Разискванията продължиха с изясняване на влиянието на радиоактивните лъчения върху клетките на човешкия организъм, съпроводено със задълбочени познания по биология и химия.

От една страна стана ясно, че радиоактивността влияе пагубно върху човешкия организъм, но изследванията на учените водят до използване радиоактивните лъчи в определени дози за диагностика и терапия в медицината. Беше уточнен накратко принципа на действие на апаратурата, използвана за тези цели.

След това се направи преход към създаването на първия ядрен реактор от Енрико Ферми през 1942 г. и последващия проект „Манхатън“. Учениците познаваха в дълбочина историята на създаването на ядрените бомби, пуснати над Япония в края на Втората световна война. Разискван беше и въпросът за последиците върху населението на двата пострадали града – Хиросима и Нагасаки, както и върху овладяването на страданията на оцелелите при тези бомбардировки.

Дискусията продължи в посока ядрени електроцентрали, принципа им на действие, разпространението им в Европа и света. Повдигнат беше въпросът за аварията в Чернобил през 1986 г. и съответно се засегнаха както ползите, така и опасностите от използването на ядрените електроцентрали. Разисквано беше какво е бъдещето на ядрената енергетика, като учениците изтъкнаха както ползите, така и своите страхове и опасения. Някои от тях бяха нарисували плакати, а други разискваха по готови такива, съвместно с колегата по изобразително изкуство.

В края на урока дискусията засегна термоядрения синтез, като алтернатива на деленето на ядрата на урана, с неговите ползи и с надежда за скорошно осъществяване.

Целта на урока е да се изградят междупредметни връзки между физиката и изучаваните от учениците учебни предмети, като един такъв урок е пример за това, как се осъществяват те.

Положителните емоции и възможността за личностна изява на учениците са катализатор за взаимодействие между колегите и учениците с интереси към природните науки. Това е начинът да привлечем децата към бъдеща реализация в тази посока. Смятаме, че реализираният съвместен открит урок е една добра педагогическа практика и е нагледен пример за прилагане на Национална стратегия за насърчване и повишаване на грамотността, за развитие на базова, функ-

ционална и мултифункционална грамотност на учениците. Център за развитие на личността и на общността се явява училището. То развива добрите начала у човека и позитивното у него. В него се утвърждават ценностите на съвременната цивилизация. Училището е среда, която осигурява възможности за лична, социална и професионална реализация на подрастващите. Училищната институция допринася за постигането на устойчив обществен и икономически просперитет при утвърждаване на демократичните ценности в българското общество. Образованието се явява ценност за цялото общество, но в същото време, то е и негова грижа.

Литература

- [1] И. Д.Зверев, В. Н. Максимова. *Междупредметные связи в современной школе*. Москва, Педагогика. (1981)
- [2] С. А. Герус. *Теоретико – методические основы рационализации процесса обучения химии в средней школе*. Автореферат дисертации на соискание ученой степени дпн, Санкт-Петербург. (2003)
- [3] Н. Провоторова. *Формирование познавательной активности школьников дидактическими средствами междупредметных связей*. Автореферат дисертации на соискание ученой степени кпн. Н. Провоторова, Воронеж. (2003)
- [4] Д. С. Узова. *Интердисциплинарният урок – средство за реализиране на междупредметни връзки и за повишаване на познавателната мотивация*, Сборник с добри педагогически практики, МОН. (2013)

Контакт с авторите:

Юлиана Белчева, главен учител в СУ „Свети Патриарх Евтимий“,
гр. Пловдив, iubelle@abv.bg

Елица Михайлова, старши учител в СУ „Свети Патриарх Евтимий“,
гр. Пловдив, eliza.mihailova@patriarcha.com

Светлана Енева, старши учител в СУ „Свети Патриарх Евтимий“,
гр. Пловдив, svetlana.eneva@patriarcha.com

Съвременна наука и мотивиращата ѝ комуникация в училище

Марияна Филипова
STEALM Academy

Абстракт: От ранна детска възраст човек е устроен да бъде любопитен. Търсенето на знания е вродено качество на всеки от нас, а ученето през целия живот – необходимост. Едни се вълнуват от бъдещето, от откритията в науката, от развитието на технологиите и разгадаването на научни загадки, докато други обичат да търсят знание чрез историята, бита, културата и корените на човешкия род. Обикновено тези, които се вдъхновяват от науката са с поглед в бъдещето. Така, на практика, са постигнати и научните открития, посредством мотивирани учени, които променят живота за напред на хората със своите доказателства и научни постижения. Научните иноватори превръщат невъзможното във възможно, мислейки с няколко стъпки напред от своите съвременници. Те мечтаят за бъдеще с нови и модерни решения, чрез науката. Дали българският ученик, отваряйки своя учебник по Физика, Химия или Човекът и природата, след като прочете урока, може да усети тази зареждаща емоция и тръпка на мотивация и вдъхновение? Събужда ли чувството за любопитство в ученика текстът, предназначен за него? Отговаря ли на въпросите, които го вълнуват и очакванията му за това какво ще му даде науката лично на него и хората, които го заобикалят като смисъл, приложение, житейски решения? А учениците искат да научат за космическия туризъм и мисиите до Луната и Марс, за квантовата телепортация и нобеловите лауреати за тяхното време, за особеностите на автономните автомобили и умните домове и др. Успяват ли подрастващите да открият себе си и своя живот в уроците по наука, нали именно те са обяснението за неживата и живата природа! Лесно е да се каже, че без фундамент няма как, но всички знаем, че е много по-лесно да се изгради здрава основа с желание и лично убеждение. Тук идва и следващият важен въпрос – за мотивиращата комуникация на науката, която разпалва желанието на човека да открива, да проучва, да научава и след това и да дава? Нейното място е именно в клас, където учителят прави връзка между природните закони и явления с това, което наричаме наш живот и свят, не само външен, но и вътрешен свят. Комуникаторите на науката имат мисията да носят искрата на вдъхновението. Именно от тях учениците могат да научат, че имаме български физик – инфлуенсър с над един милион последователи в Youtube. Учителите са „феите“ в науката, които докосват и променят съдби. Те формират не само личните избори, не само прогреса в научното направление, не само успехите и развитието на страната ни, аз вярвам, че те променят света!

Често българският учител се среща с предизвикателството да вдъхновява и задържа вниманието на учениците си по време на часовете си в училище. Очакванията от страна на учениците, да научават за по-вдъхновяващата част на науката, която дава отговори на въпросите им и има приложение в тяхното съвременно ежедневие или обяснява иновативните открития и доказателства, които вълнуват всички по света. Въпреки, че учебниците по фундаменталните науки не винаги

успяват да удовлетворят очакванията както на преподаващите така и на обучаващите се, силата на мотивацията винаги се крие в комуникацията на науката. Учителите, в тяхната роля на посланици на научното знание, са хората, които могат да вдъхновяват и да привличат учащите да ги последват в предизвикателството, наречено наука.

1. Съвременни подходи в обучението по фундаментални науки

Не бива да се забравя, че учениците откриват своя път на развитие там, където припознават себе си и намират отговорите на въпросите, които ги интересуват, именно в сферите, от които се чувстват привлечени и вдъхновени. Българският ученик проявява интерес от развитието на космическия туризъм и мисиите до Луната и Марс. Също така, се вълнува от автономни автомобили, умни домове, квантови компютри и телепортация и иска да научи за нобеловите лауреати на нашето време. От друга страна, всеки човек се стреми към знанието, което счита, че на него лично му носи полза, удовлетворение и смисъл. Припознаването на знанията като такива, които имат потенциала да донесат практическо приложение в живота на обучаващия се, е важен елемент за значението на обучението в училище за всеки ученик. Когато подрастващите откриват отговорите на въпросите, които имат в изучавания материал или обсъжданите теми в клас носят информацията, която ученикът открива как и къде би могъл да приложи на практика в своя живот са фактори, които успешно ангажират прогимназисти и средношколци в обучението им по фундаментални науки. Както възрастните, така и децата искат да откриват себе си в науката, за да ѝ отдадат необходимото значение и посвещение. Съвременният свят, богат на информация от всякакво естество, навсякъде и по всяко време, все повече подтиква хората да правят своите избори и да селектират възприемания поток от знания на принципа, че ги интересува именно това, което ги касае пряко тях самите. Така учениците правят и своите избори каква информация биха желали да гледат, чуят, прочетат, проучат, запомнят, а защо не и иновират. Откриването на смисъла от науката в личен план е всъщност нейното преоткриване. Често учениците смятат, че фундаменталните науки са трудни и от там непривлекателни. Всеки човек независимо от възрастта му знае, че когато отдадеността му ще допринесе за постигането на личната му цел, тя определено си заслужава. Така разсъждават и учениците: щом открият себе си в науката, след това са готови да задълбочат своите знания в нея, както с помощта на своя учител така и чрез собствени проучвания и научен принос. Това е важно за развитието на обществото ни като цяло, тъй като науката и технологиите движат човечеството напред и да бъдат избирани от младите хора като път на вдъхновение и развитие е носител на ползи от национално и глобално значение. За да бъде атрактивна науката в клас и по този начин да бъде избрана от учениците като път на тяхното професионално развитие и следващо образование във висше учебно заведение е необходимо тя да бъде освен носител на личен и житейски смисъл, но и на позитивна емоция. Съвкупността от вътрешно удовлетворяващо осмисляне и положителното преживяване по време на изучаването на науката формират нагласата за избора на науката като необходим информационен поток за ученика от негова гледна точка в съвременната информационна среда, в която живеем всички днес.

2. Мотивираща комуникация на науката

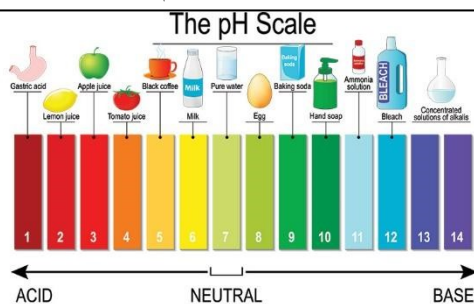
Начинът, по който едно знание бива поднесено безспорно е от ключово значение за тези, които го възприемат. Всяка една информация освен съдържание, тя също така е и носител на послание към нейните адресати. Добрите комуникатори на науката в днешно време са от изключително по своята важност значение, тъй като тяхната роля да достигат ефективно до хората като ниво и афинитет по отношение на възприемане, осмисляне и насърчаване към активни действия са ключови. Учителят като мотиватор и въздействащ комуникатор на знанията е нужно да разполага с съвременен инструментариум, за да достига с информацията и посланията си до своите ученици и да предизвиква у тях както ентузиазъм така и припознаване на необходимостта от знанията по наука в техния съвременен личен живот.

3. Решаване на проблеми

Едни от ключовите умения, които се смята, че е нужно да бъдат развивани в подрастващите са критично и системно мислене, както и способността за решаване на казуси. Отличен подход за анализ и обработка на данни в часовете по фундаментални науки (математика, физика, химия, биология) с цел изграждане на целевите умения днес и активното участие на децата в обучението по наука е ученето чрез преживяване. Създаването на условия за ситуативно обследване, задълбочаване в проблема, проучване на нова информация и затвърдяването на вече изучено знание с цел решаване на поставен казус, водят както до практически използване на познанието, така и до разбиране на смисъла от неговото изучаване. Това осъзнаване, на свой ред, води до мотивация за задълбочено изследване на науката, независимо от трудността, която съпътства процеса. Работата в екип и развиването на креативни умения са добавената стойност, която съпровожда обучаващите се по пътя за натрупване на знания и умения в 21 век.

4. Проектно-базирано обучение

Подходът на проектно-базираното обучение са отличен инструмент в едновременното постигане на знания, умения и мотивация в учениците. Пример за проектно-базиран казус, който постига поставените образователни цели е проектът „Лаборатория на Марс“. Учениците се запознават с проекта „Земляни на Марс“ и научават за първата космическа оранжерия, която е българска. Запознават се с космическото меню през 2030 година в конкретика, което включва зеленчукова салата, суши, веганска пица, плодове и други [1]. След това изучават рН на хранителните продукти и съответното им място на скалата (Фиг.1), която ги определя като киселинни, алкални или неутрални [2]. Проектната отборна задача за учениците е да определят рН на космическото меню като се има предвид, че млякото и месото са изключен от него.



Фиг.1 pH скала с популярни продукти (ScienceNewsExlores)

5. Мултидисциплинарен подход

Безспорно един от най-резултатните в обучението в днешно време подход е мултидисциплинарния. Освен приложението в различни сфери на науката и изкуството, знанието добива приложен характер и това дава както яснота, така и мотивация на учениците. В съвременния живот мултидисциплинарният подход е ключът към иновациите и научните и технологични открития. Примерите, които могат да се дадат, за приложения на знанията, натрупани в часовете по астрономия, са в различни области. Разработката на радиоастрономи понастоящем се използва за доста успешен неинвазивен метод за диагностика на тумори. В съчетание с традиционно познатите методи, тази първоначално астрономическа разработка, има 96% успеваемост при пациенти с рак на гърдата. Друг пример за приложение на астрономията в различен от първоначално планирания сектор са контролни сензори с малък размер, предназначени за температурна регулация при телескопите. Към момента те намират своето място в неонатологични отделения (отделения за грижа за новородени бебета) като контролират температурата в помещенията. Множество са иновациите на НАСА, които се използват в ежедневието на Земята днес. Една, която може да бъде посочена със забележителното си приложение в медицината, е нискоенергийният рентгенов скенер. Освен приложението му в амбулаторната хирургия, е бил ползван за изследване на замърсяване на определени медикаменти в САЩ. И един пример в друга сфера: в авиоиндустрията и по-точно на летищата при проверка на багажа е намерила приложение технология, реализирана за рентгеновите обсерватории [3].

6. Учене чрез тестове и учене чрез игри

Игровият подход е известен с позитивните емоции, които носи на обучаващите се. Атрактивността му е важна, тъй като учениците са мотивирани да участват в него и то с необходимото внимание и усърдие. Приятните емоции по време на заниманията по фундаментални науки вдъхват подрастващите да се занимават с наука както в часовете, така и в свободното си време и в следващите образователни степени. Холистичният елемент в часовете, в които се преподават математика, човекът и природата, физика и астрономия, химия, биология, информационни технологии и т.н., дава възможност на учениците да има позитивна нагласа по време на изпълнението на възложените им задачи в часа и да формират афинитет към различните видове науки. Има резултат когато се добавят и други педагогически похвати като метода на учене чрез тестове и състезателния елемент, който стимулира желанието за постигане на възможно най-високи ре-

зултати, като учащите се стремят към бързина и коректност в представянето си. Ученето чрез тестове като инструмент за получаване на знания, а не проверка на такива, дава възможност да се научи голямо количество материал за кратко време. Установено е че използването на Kahoot в обучението подпомага подобряването на уменията за решаване на проблеми във въвеждащата физика [4]. През 2021 година учени от Индонезия изследват и установяват наличието на ползи от използването на метода на обрнатата класна стая и играта Kahoot в обучението по физика, както и подобряването на мотивацията за учене в резултат на използването им [5]. Друг много полезен и изключително интересен образователен инструмент е Wordwall. Подобно на Kahoot този сайт е разработен за създаване и използване на вече съществуващи атрактивни онлайн обучаващи ресурси [6].

7. Мисловни карти

Селектирането на най-важната информация и подходящото ѝ организиране винаги са водили до отлични резултати в разбирането на учебния материал и лесното му научаване. Мисловните карти са подход, който позволява интегрирането на науката с изкуството и по-лесното преговаряне и запаметяване на изображения на една страница урок, раздел или учебник. Те подобряват креативността, критичното мислене в ученика и развиват умения за решаване на проблеми [7]. Създаването на мисловни карти е процес, който е не само полезен, но и приятен за учениците. Чрез тях, материалът се запомня бързо, ефективно и посредством позитивни емоции. Дългосрочното му усвояване също е елемент, който прави мисловните карти успешни при използване в учебните часове, в които се изучават фундаментални науки в училище [8].

8. Комуникация на науката чрез инфлуенсърство

Днешните ученици прекарват доста време в социалните мрежи и този факт може да бъде използван, за да бъдат открити там където често имат желание да прекарват времето си и да бъде ангажирано вниманието им с информация, която би била от полза за тяхното развитие. Комуникацията на науката може да бъде разнообразна по вид и добрите разпространители на научното знание създават все по-съвременни методи, за да достигат до заинтересованите от предложението от тях съдържание хора. Български и чуждестранни учени създават ангажиращи публиката научни медийни продукти в глобалната мрежа под различна форма. Видео материали за съвременни иновации и научни факти са едни сред най-популярните и следени от подрастващите днес. Например български физик има над 1 млн. абонати в Youtube, а неговите материали в областта на квантовите науки и технологии все повече впечатляват последователите му. Материал за първите квантово заплетени животни в лицето на бавноходките трупат все повече гледания от хора на различни възрасти [9]. Акапелната наука (A Capella Science) са инфлуенсери със стотици хиляди абонати и превръщат популярна музика в ритмична наука. Текстове за квантовата механика като „Орбиталите приемат формата, която съставяват, като стабилни състояния по квантовите правила“ добиват известност все повече и носят знания по един необикновен начин [10]. Този популярен метод за ефективна комуникация на науката е сред любимите на учениците, защото ги вълнува и им помага да запаметят научни факти за кратко време и по забавен за тях начин.

Съвременните ученици имат интерес към ефективна и вдъхновяваща ино-

вативна наука. С развитието на технологиите в живота, обучаващите се търсят нови методи за развитие и интересите им са насочени към по-разнообразни и креативни форми на поднасяне на материала. Желанието им да се докоснат до знания, които ги entusiasизират и мотивират са проект на днешните комуникатори на науката, които успяват да достигнат успешно до тях със своите разнообразни ресурси, които са разпространители на научно съдържание. Сред най-ключовите вдъхновители към научни знания са учителите в училище. Тяхната роля да преподават наука разбираемо и привлекателно е определяща за учениците и за техните знания и избори по отношение на образователно и кариерно развитие.

Литература

- [1] cross.bg (n.d.). *Българи създадоха първата космическа оранжерия*. [online] Cross.bg. Available at: <https://www.cross.bg/oranzheriya-hrana-tanya-1461544.html> [Accessed 23 Mar. 2023].
- [2] Brookshire, B. (2019). *Scientists Say: pH*. [online] Science News Explores. Available at: <https://www.snexplores.org/article/scientists-say-ph> [Accessed 28 Mar. 2023].
- [3] Ravibhnanu, A. (2020). *Integrating Applications of Astronomy via Multidisciplinary Approach*. [online] *Eco Astronomy Inc*, Institute of Geophysics and Astronomy: Eco Astronomy Sri Lanka, pp.1–44. Available at: <http://ecoastronomy.edu.lk/component/content/article/9-journal-vol-01/31-integrating-applications-of-astronomy-via-multidisciplinary-approach-2017> [Accessed 30 Mar. 2023].
- [4] Asa'd, R. and Gunn, C. (2018). Improving problem solving skills in introductory physics using Kahoot! *Physics Education*, 53(5), p.053001. doi:<https://doi.org/10.1088/1361-6552/aacade>.
- [5] Astuti, I.A.D., Bhakti, Y.B., Sumarni, R.A., Sulisworo, D. and Toifur, M. (2021). FLIPPED CLASSROOM AND KAHOOT IN PHYSICS LEARNING: IMPROVING STUDENTS' MOTIVATION LEARNING. *International Journal of Educational Management and Innovation*, 2(2), p.175. doi:<https://doi.org/10.12928/ijemi.v2i2.3491>.
- [6] Wordwall (n.d.). *Wordwall – Create better lessons quicker*. [online] wordwall.net. Available at: <https://wordwall.net/> [Accessed 23 April 2023].
- [7] Anon, (n.d.). *Tony Buzan Group | Inventor of Mind Mapping*. [online] Available at: <https://tonybuzan.com/> [Accessed 26 April 2023].
- [8] Обучение по природни науки чрез мисловни карти. (2018). *Химия. Природните науки в образованието*, [online] 27(3), pp.365–375. Available at: <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=674920> [Accessed 2 May 2023].
- [9] [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=xxIP9tTiW). (n.d.). *Study Claims Tardigrades Became First Quantum Entangled Animals*. [online] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=xxIP9tTiW> [Accessed 3 May 2023].
- [10] [www.youtube.com](https://www.youtube.com/watch?v=f8FAJXPbOg). (n.d.). *The Molecular Shape of You (Ed Sheeran Parody) | A Capella Science*. [online] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=f8FAJXPbOg> [Accessed 7 May 2023].

Идентификация на погрешни представи (мисконцепции) относно дуализма „частица – вълна“: типични мисконцепции, изследователски инструменти и източници

*Екатерина Писанова, Нина Герева, Желязка Райкова
Катедра „Образователни технологии“, Физико-технологичен факултет,
ПУ „П. Хилендарски“, ул. „Цар Асен“ 24, 4000 Пловдив*

Абстракт: Концепцията за дуализма „частица – вълна“ е абстрактна и противоинтуитивна. Тя често се посочва като символичната бариера, която трябва да бъде преодоляна за развитието на абстрактно мислене, необходимо за разбирането на квантовите явления. Научни изследвания показват, че голяма част от затрудненията на учащите в осмислянето на концепцията за корпускулярно-вълновия дуализъм се дължи на техни субективни идеи (погрешни схващания, мисконцепции), които са несъвместими с научните идеи. Идентифицирането на мисконцепциите е важна стъпка за повишаване ефективността на преподаване на темата. Настоящата статия е един опит да се представи цялостен поглед върху мисконцепциите относно дуализма „частица – вълна“. В нея са представени типични мисконцепции и изследователски инструменти, разработени за диагностицирането им. Дискутират се и концептуални затруднения на учащите, свързани с абстрактността на квантовите идеи. Статията и цитираната в нея литература могат да се използват като основа за педагогически изследвания на концептуалните трудности относно корпускулярно-вълновия дуализъм, каквито у нас не са правени.

1. Увод

Погрешните представи (мисконцепции) са вярвания, които са несъвместими с научно призната теория, но привидно са добре обосновани въз основа на практически опит или логически заключения [1-4]. Те разкриват неразпознаване на съществуващи корелации. Източникът им често е ежедневният житейски опит. В някои случаи погрешни представи могат да обяснят дадено явление поинтуитивно от общоприетата теория. В научната литература за погрешните представи се използват и други термини, които са с малко по-различни значения. Например, „предубеждения“ (които се предполага, че учащите имат преди обучението), „алтернативни концепции“ (което признава, че „погрешните“ концепции в някои случаи не са пречка в по-нататъшното обучение и дори могат да бъдат полезни) и още няколко термина, които могат да се видят в [5].

Многобройни научни изследвания показват, че голяма част от затрудненията на учащите в осмислянето и правилното разбиране на научните понятия и идеи се дължи на погрешните им представи, защото чрез тях се интерпретира новата информация [6]. Идентифицирането на мисконцепциите, като първата стъпка към тяхното отстраняване, коригиране и замяна с правилни, се очертава като една от основните задачи на съвременната педагогическа наука.

В световната научна литература са описани мисконцепции от всички области на физиката (механика [7], термодинамика [8], оптика [9], теория на относителността [10], квантова физика [11] и астрономия [12]).

Установявайки ограничеността на много класически представи, квантовата механика доведе до фундаментални промени в начина, по който се разбира физическия свят и се възприема физическата реалност. Концепцията за дуализма „частица – вълна“ често се посочва като символичната бариера, която трябва да бъде преодоляна за разбирането на квантовите явления, лежащи в основата на съвременните технологии.

Концепцията за дуализма „частица – вълна“ е част от учебната програма по физика на средното училище в много страни, включително и у нас. Тази концепция противоречи на интуицията и е в конфликт с класическия светоглед, познат на повечето ученици. За разработването на ефективни стратегии за преподаването ѝ, е необходимо да се изследват концептуалните трудности на учащите и да се идентифицират общите модели в техните разсъждения, включително и погрешните им представи. Резултати от изследванията относно разбирането на учащите за дуализма „частица – вълна“ могат да се видят в [13] и цитираната там литература. Анализ на причините за затрудненията на учащите е представен в [14, 15]. Преподаването на корпускулярно-вълновия дуализъм изисква учителят да владее и използва свободно абстрактни и противоинтуитивни термини. Резултати от изследвания на лексикалните структури на декларативните знания на учители за дуализма „частица – вълна“ са публикувани в [16].

В тази статия представяме научната концепция за корпускулярно-вълновия дуализъм и списък на типични мiskonцепции на учачи, описани в научната литература. Разглеждаме някои инструменти, разработени за изследване на разбирането на концептуално ниво. Дискутираме също и концептуални затруднения на учащите, произтичащи от абстрактността на квантовата физика.

2. Съвременната научна концепция за дуализма „частица – вълна“

Началото на квантовата теория за светлината е поставено през 1905 г. от Алберт Айнщайн. За да обясни закономерностите на външния фотоефект, открит през 1887 г. от Херц, той формулира твърдението, че светлината не само се излъчва, но и се поглъща на порции (кванти). Тези светлинни кванти, наречени фотони, не могат да съществуват в покой. **Фотоните** съчетават в себе си свойствата на вълни и на частици. От една страна, подобно на вълните, те се характеризират с честота ν и дължина на вълната λ . От друга страна, подобно на частиците, те са обособени обекти с точно определена енергия E и импулс \vec{p} , определени от уравненията

$$E = h\nu \quad \text{и} \quad \vec{p} = \frac{h}{\lambda}, \quad (1)$$

където $h = 6.626\,070\,15 \times 10^{-34}$ J.s е константата на Планк. Според квантовата теория светлината е система от фотони. Ако интензитетът на светлината е голям, тя съдържа по-голям брой фотони. Поглъщането и излъчването на светлина представлява поглъщане и излъчване на фотони, като един електрон взаимодейства само с един фотон. При тези процеси са валидни законите за запазване, познати от механиката. Когато веществото погълне един фотон, цялата му енергия $h\nu$ се предава на един електрон, която той изразходва, за да преодолее силите на привличане от страна на положително зареденото ядро на атома и съседните атоми. Извършва се отделителна работа A , характерна за всяко вещество. Ако електронът, при движението си към повърхността, не изразходва цялата енергия,

получена от фотона, той ще излезе от веществото с определена кинетична енергия E_k . Съгласно закона за запазване на енергията се получава уравнението на Айнщайн за външния фотоэффект:

$$h\nu - A = E_k \quad (2)$$

По аналогия с двойствения характер на светлината, Луи дьо Бройл (1923 г.) свързва движението на всяка свободна частица с плоска монохроматична вълна, чиито честота ν и дължина λ са свързани с енергията E и импулса \vec{p} на частицата със същите формули, като тези за фотона (виж (1)). Вълната на дьо Бройл има вида

$$\Psi_{\vec{p}}(\vec{r}, t) = C(\vec{p})e^{-\frac{i}{\hbar}(Et - \vec{p}\cdot\vec{r})}, \quad (3)$$

където $C(\vec{p})$ е нейната амплитуда, а $\hbar = \frac{h}{(2\pi)}$ – редуцираната константа на Планк.

За квантова частица е невъзможно едновременно точно да бъдат определени стойностите на нейна координата и съответната компонента импулса, т. к. импулсът на една квантова частица е свързан с дължината на вълната, а да се говори за дължина на вълна в дадена точка на пространството е безсмислено. Следователно, не може да се говори за движение на квантова частица по определена траектория. Математичен израз на това, че частиците притежават както корпускуларни, така и вълнови свойства се явява съотношението за неопределеност на Хайзенберг (1927 г.),

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{4\pi}, \quad (4)$$

където Δx е неопределеността в стойността на координатата x на частицата, а Δp_x – на импулса p_x .

Вълните на дьо Бройл имат специфична природа, която няма аналогия сред вълните, изучавани в класическата физика: квадратът на модула на вълната на дьо Бройл $|\Psi_{\vec{p}}(\vec{r}, t)|^2 = |C(\vec{p})|^2$ определя нейния интензитет, който в дадена точка от пространството с радиус-вектор \vec{r} , в даден момент време t , е пропорционален на вероятността за намиране на частицата в тази точка в дадения момент. Дифракционните картини, които се наблюдават при експериментите, са проява на статистическа закономерност, според която частиците попадат на определени места в приемниците – там, където интензитетът на вълната на дьо Бройл не е нула. Частици не попадат там, където квадратът на модула на амплитудата на „вълната на вероятността“ е нула.

Вълновите свойства на несвободна частица се описват от вълнова функция, която има по-сложен вид от вълната на дьо Бройл. В нерелативисткия случай тази вълнова функция се явява решение на уравнението на Шрьодингер.

3. Мисконцепции за дуализма „частица – вълна“

Въз основа на статии, публикувани в периода 1997 г. – 2017 г. в научни списания, индексирани в базите данни Scopus, Web of Science и ERIC, в [13] е анализирано ученическото и студентско разбиране на концепции, лежащи в основите на квантовата механика. Тук представяме резултатите от този анализ, отнасящи се за дуализма „частица – вълна“.

Темите, използвани в научната литература за изследване на концептуалното разбиране на дуализма „частица – вълна“, са: 1) двойственото поведение на фотони и електрони, 2) експеримента с двата процепа, 3) принципа за неопределеност и 4) фотоэффекта.

Съществуващите студентски и ученически мисконцепции за дуализма „частица – вълна“ могат да се групират в три категории [13]: (1) *класическо описание*, в което учащите описват квантовите обекти изключително като частици или вълни; (2) *смесено описание*, при което учащите разбират, че вълновите и корпускулярните свойства съществуват съвместно, но дават класическо описание на единични квантови обекти; (3) *квазиквантово описание*, в което учащите разбират, че квантовите обекти могат да се държат и като частици, и като вълни, но все още изпитват затруднения да опишат явленията по недетерминиран начин.

В Таблица 1 по теми са представени мисконцепции за корпускулярно-вълновия дуализъм, разделени на тези три групи.

Тема	Класическо описание	Смесено описание	Квазиквантово описание
Двойственото поведение на фотони и електрони	<i>Електроните или фотоните са изобразявани като класически частици.</i>	<i>Електроните и фотоните следват определена синусоидална траектория.</i>	<i>Електроните са размазани облаци от заряд.</i>
	<i>Електроните или фотоните имат определени траектории.</i>	<i>Електроните са или частица, или вълна, в зависимост от други фактори.</i>	<i>Електроните или фотоните са вълни и частици едновременно.</i>
	<i>Светлината винаги се държи като вълна.</i>	<i>Уравненията за свойствата на светлината са приложими и за електроните.</i>	
Експериментът с двата процепа	<i>Светлината няма импулс.</i>	<i>Няма връзка между импулса и дължината на вълната на Дьо Бройл.</i>	<i>Няма връзка между импулса и интерференчната картина.</i>
	<i>След преграда с два процепа, фотоните и електроните се отклоняват и продължават да се движат по права линия.</i>	<i>С единични фотони или електрони не се наблюдава интерференция.</i>	

Принцип за неопределеност	<i>Неопределеността се дължи на външни ефекти – грешки в измерването или смущения в измерването.</i>		
Фотоефект	<i>Енергията се предава от вълнови фронтове, повече вълнови фронтове предизвикват по-голяма енергия.</i>	<i>Светлината се сблъсква с електрони.</i>	
	<i>Интензитетът на светлината влияе върху енергията, предадена на един електрон.</i>		

Таблица 1. Мисконцепции за дуалността „вълна-частица“, групирани в три категории (данните са взети от [13]).

Изследванията показват, че учащите имат набор от различни визуализации за фотон и електрон, но се затрудняват в съпоставянето на поведение на вълна или частица, като показват по-малко трудности при описание на поведението на светлината, отколкото на електроните [17, 18].

Разбирането на експеримента с двоен процеп е свързано с разбирането на учащите за влиянието на дължината на вълната на дьо Бройл върху интерференчната картина и зависимостта ѝ от скоростта и масата на частиците [19, 20].

Принципът за неопределеност на координата и съответната проекция на импулса трябва да се свърже с вълновото поведение на частиците, но често погрешно се свързва с грешка при измерването поради външни фактори [21].

Фотоелектричният ефект демонстрира поведение на светлината, подобно на това на частиците. Забелязано е, че някои учащи бъркат фотоефекта с йонизация [22], а други погрешно смятат, че светлината взаимодейства химически с електрона [23]. Понякога не се прави разлика между интензитетът и честотата на светлината и погрешно се смята, че с увеличаване на интензитетът на светлината ще се увеличи енергията, прехвърлена на един електрон [24]. Наблюдавано е, че различните модели на учащите за светлината повлияват на тяхното разбиране за фотоелектричеството.

4. Инструменти за изследване на концептуалното разбиране

По-долу е представен кратък преглед на изследователски инструменти, разработени за диагностициране на концептуалното разбиране на ученици и студенти (от бакалавърска степен) за дуализма „частица – вълна“:

А. Тестове с множествен избор

Валидирани въпросници с множество избори, подходящи за средно и бакалавърско образование могат да се намерят в [25 – 27]. В [25] е предложен тест, състоящ се от 25 въпроса, който се фокусира върху тълкуването на различни диаграми, като много от въпросите изискват математически разсъждения, а

приблизително една трета от тях са адресирани към концептуалното разбиране за влиянието на потенциалната енергия върху вълновата функция и вероятността. Тестът, предложен в [26], се състои от 12 въпроса, отнасящи се до концептуалното разбиране на широк набор от теми: дуализма „частица – вълна“, вълнови функции, потенциални ями, атомна структура и квантуване. В [27] е представен тест за проучване концептуалното разбиране на учащите за фотоелектричния ефект, дуализма „частица – вълна“, дължината на вълната на дьо Бройл, експеримента с двата процепа и принципа за неопределеност.

Б. Многовариантен анализ

Ирсон [28] проектира въпросник с 40 твърдения (29 от които са пряко насочени към идеи, свързани с квантови явления, а останалите 11 са адресирани до идеи, свързани с модели), изискващи отговори от „напълно съгласен съм“ до „напълно не съм съгласен“ по петобална скала. За анализ на отговорите се използва кластерния анализ. Този метод е подходящ за получаване на представа за мисленето на учениците.

В. Концептуални карти

В [29] за диагностициране на обучителни затруднения е използвана концептуална карта. В края на обучението, всеки от учащите самостоятелно изгражда концептуална карта с хартия и молив. Концептуалната карта съдържа три основни понятия (атом, електрон и фотон) и учащите са инструктирани да обърнат внимание на йерархичния ред и връзките между концепциите. Концептуалното картографиране може да се използва за изследване на когнитивните структури и тяхното развитие.

5. Източници на мiskonцепции и концептуални затруднения, свързани с абстрактността на квантовата физика

Източниците на погрешните схващания, съгласно [30], са представени на Фиг.1.



Фиг. 1. Източници на мiskonцепции

Поради абстрактната природа на квантовата физика, учащите прибягват до „разумни“ разсъждения или класическо мислене, когато осмислят квантови явления. Според [15], абстрактността на квантовата физика се свързва със следните концептуални затруднения на учащите:

1) да свържат математическия формализъм на квантовата физика с преживяванията във физическия свят – липсват сетивни преживявания, които биха

могли да формират представа за квантови процеси и явления. Следователно, учениците трябва да преминават от модели, базирани на сетивния опит, към математически модели;

2) да интерпретират противоинтуитивни квантови явления и концепции – учениците трябва да преодолеят някои ежедневни презумпции и да реструктурират своята концептуална рамка, т. к. квантовите обекти (напр., електрони, фотони и др.) могат да проявяват както вълнови, така и корпускуларни свойства;

3) да преминават от детерминистичен към вероятностен мироглед – тази промяна в мирогледа е постепенен процес, при който учащите включват нови елементи за квантовите обекти и явления, докато заместят класическите с квантови представи и осмислят как в отделни частни случаи квантовата теория преминава в класическа;

4) да разберат ограниченията на езика за изразяване на квантови обекти, явления и концепции – във вербален текст, изображения, диаграми, символи и математически уравнения учащите трябва да могат да интерпретират различни начини на представяне на квантови обекти, както и да правят преход между тях. Тълкуването и преходът между различни представяния могат да се окажат трудни, т. к. думите могат да имат различни значения в зависимост от ситуацията, в която се използват, което пречи на учениците да създадат правилна представа за квантовите обекти.

6. Заключение

За разработването на ефективни стратегии за преподаване, важно е да се знае какви трудности имат учащите. Погрешните представи могат да останат трайно неразкрити и да бъдат сериозни препятствия в постигането на значими учебни резултати. Учителят като фасилитатор трябва да има познания за мис-концепциите, да идентифицира източниците им, а също и да е запознат с инструменти за тяхната диагностика.

Настоящата статия и цитираната в нея литература биха послужили като основа за изследване на концептуалните трудности относно дуализма „частица-вълна“.

Литература

- [1] I. Kuczmann, *AIP Conference Proceedings* **1916**, 050001 (2017).
- [2] K. S. Taber, *Constructivism in Education: Interpretations and Criticisms from Science Education*. In E. Railean, G. Walker, A. Elçi and L. Jackson (Eds.), *Handbook of Research on Applied Learning Theory and Design in Modern Education*. Hershey, PA: IGI Global (2016).
- [3] A. Eryilmaz, *Journal of Research in Science Teaching* **39**, 1001-1015 (2002).
- [4] S. Bayraktar, *International Journal of Science and Mathematics Education* **7**, 273-291 (2009).
- [5] John P. Smith, Andrea A. Disessa, Jeremy Roschelle, *The Journal of the Learning Sciences* **3(2)** 115-163 (1994).
- [6] J. Lucariello, D. Naff, How do I get my students over their alternative conceptions (misconceptions) for learning. In *Removing barriers to aid in the development of the student*. Washington: American Psychological Association (2013).
- [7] I. A. Halloun and D. Hestenes, *American Journal of Physics* **53** (1985).
- [8] M. E. Loverude, Ch. H. Kautz and P. L. R. Heron, *American Journal of Physics* **70**

(2002).

- [9] F. M. Goldberg and L. C. McDermott, *American Journal of Physics* **55** (1987).
- [10] J. S. Aslanides and C. M. Savagel, *Physical Review Special Topics – Physics Education Research* **9** (2013).
- [11] D. F. Styer, *American Journal of Physics* **64**, 31 (1996).
- [12] S. Stover and G. Saunders, *Journal of Elementary Science Education* **12**, 41-52 (2000).
- [13] K. Krijtenburg-Lewerissa, H. J. Pol, A. Brinkman, and W. R. van Joolingen, *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* **13**, 010109 (2017).
- [14] T. Bouchée, L. de Putter – Smits, M. Thurlings and B. Pepin, *Studies in Science Education* 1-21 (2021).
- [15] T. Bouchée, L. de Putter – Smits, M. Thurlings and B. Pepin, *Studies in Science Education* **58(2)**, 183 (2022).
- [16] Maija Nousiainen and Ismo T. Koponen, *Educ. Sci. (MDPI)* **10**, 76 (2020).
- [17] R. V. Olsen, *Int. J. Sci. Educ.* **24**, 565 (2002).
- [18] A. I. Sen, *Sci. Educ. Int.* **13**, 14 (2002).
- [19] A. Dutt, *Teach. Sci.* **57**, 33 (2011).
- [20] S. Vokos, P. S. Shaffer, B. S. Ambrose, and L. C. McDermott, *Am. J. Phys.* **68**, S42 (2000).
- [21] C. Singh, *Am. J. Phys.* **76**, 400 (2008).
- [22] M. A. Asikainen and P. E. Hirvonen, *Am. J. Phys.* **77**, 658 (2009).
- [23] J. Y. Oh, *Int. J. Sci. Math. Educ.* **9**, 1135 (2011).
- [24] S. McKagan, W. Handly, K. Perkins, and C. Wieman, *Am. J. Phys.* **77**, 87 (2009).
- [25] E. Cataloglu and R.W. Robinett, *Am. J. Phys.* **70**, 238 (2002).
- [26] S. B. McKagan, K. K. Perkins, and C. E. Wieman, *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.* **6**, 020121 (2010).
- [27] S. Wuttiprom, M. D. Sharma, I. D. Johnston, R. Chitaree and C. Soankwan, *Int. J. Sci. Educ.* **31**, 631 (2009).
- [28] G. Ireson, *Phys. Educ.* **35**, 15 (2000).
- [29] A. I. Sen, *Sci. Educ. Int.* **13**, 14 (2002).
- [30] Swati J. Patil, Rajendra L. Chavan and V. S. Khandagale, *Aarhat Multidisciplinary Intern. Educ. Res. J.* **8** (Special issue – 2), 466 (2019).

Формиране на STEM компетентности чрез проектна дейност при изучаване на темата „Топене и втвърдяване“ в учебния предмет „Физика и астрономия“, 8-ми клас

*Нина Герева, Желязка Райкова, Екатерина Писанова
Катедра „Образователни технологии“, Физико-технологичен факултет,
ПУ „Паисий Хилендарски“, ул. „Цар Асен“ 24, 4000 Пловдив*

Абстракт: Темата „Топене и втвърдяване“ е част от учебното съдържание на раздела „Топлинни явления“ от програмата по Физика и астрономия за осми клас или девети клас на профилираните гимназии. Процесите на топене и втвърдяване са в основата на различни технологии от ежедневието ни. Учебното съдържание за тях позволява да се конструират редица изследователски задачи, които са силно ориентирани към практиката и решенията им имат интегративен характер. Ние избрахме технологията за производство на технически сняг (изкуствен сняг), като обект на изучаване, при който използвахме Метода на проектите, съчетан с ученическо изследване. В българските зимни курорти са изградени най-съвременни системи за поддържане на ски пистите с технически сняг. Докладът представя опита ни по организирането и провеждането на обучение, подчинено на целта да се формира STEM компетентност у учениците чрез работа по интегративен проект. Представени са резултатите от дейностите на учениците, както и изводи от наблюденията на учителя, които могат да бъдат използвани от колегите като споделен опит. В процеса на обучението на учениците бяха дискутирани въпроси за икономическите ефекти и екологичното въздействие на технологията за производство на изкуствен сняг върху околната среда. В процеса на изследване учениците придобиха ключови компетентности от други области – химия, математика, инженеринг, екология, икономика, чужди езици. Създаде се интерес към научните и технологични постижения, което е условие за повишена мотивация да се изучават природни науки, технология, инженерство и математика.

Увод

Една от задачите на STEM обучението е да стимулира интереса на учениците към изучаване на природни науки, математика и технологии, както и да формира ключови умения за личностно развитие. Обучението по физика в средно училище може да допринесе за постигане на тези цели. При изучаването на раздел „Топлинни явления“ от програмата по Физика и астрономия за осми и девети клас проведохме изследване, което изисква знания от няколко учебни предмета. Според проф. М. Андреев отделните научни области изследват само отделни страни и свойства на предметите и явленията и когато са представени в училище като отделни предмети не могат да създадат вярна представа за цялостното явление или процес. В действителност съдържанието на учебните предмети е откъснато от конкретната действителност. Ето защо обучението трябва да бъде цялостно, неразделно, глобално, обединително и интегрално [1].

При изучаването на темата „Топене и втвърдяване“ приложихме Метода на проектите, съчетан с ученическо изследване. В обучението участваха ученици

от пет паралелки в 9. клас на Хуманитарна гимназия „Св. Св. Кирил и Методий“ Пловдив. Проведеното ученическо изследване беше с интегративен характер, практическа стойност и е свързано с живота около нас, каквито са характеристиките на STEM проектите.

За обект на изучаване по Метода на проектите избрахме технологията за производство на технически (изкуствен) сняг. В българските зимни курорти са изградени най-съвременни системи за поддържане на ски пистите с технически сняг. Производството му е свързано с реализиране и контролиране на топлинни процеси в една сложна техническа система. Технологията за производство на технически сняг е внедрена в три български зимни курорта: Банско, Боровец и Пампорово. Благодарение на това организаторите на зимния туризъм у нас могат да планират зимен сезон.

В доклада представяме опита ни по организирането и провеждането на обучение, подчинено на целта да се формира STEM компетентност у учениците чрез работа по интегративен проект. Подчинихме дейностите по обучението в изпълнението на три задачи:

- осмисляне и задълбочаване на знанията на учениците, получени от раздела „Топлинни явления“;
- приложение на знания от различни учебни предмети при изучаване на технологията за създаване на технически сняг и запознаване в цялост със системата за поддържане на ски зоните в България;
- формиране ключови компетентности и STEM умения.

Метод на реализиране на проекта

STEM обучението, организирано по Метода на проектите предлага благоприятни възможности за създаване на мотивация за учене, което се постига чрез:

- Организиране на активни образователни и познавателни дейности;
- Прилагане на придобитите знания на практика;
- Формиране на комуникативна компетентност в общуването с връстници;
- Ориентация в света на професиите чрез създаване на познавателни интереси.

При организиране на проекта се придържахме към технологията на осъществяването на проектно-базираното обучение в условията на STEM съгласно Методологията, предложена от МОН [2]:

Етап 1. *Формулиране на темата* – „Технология за производство на технически сняг“ и *мотивиране на учениците*. Избраната от нас тема обхваща знания за топлинните явления и процеси, демонстрира приложение на науката в технология с бизнес реализация. Учениците получават задача да изучат тази технология в нейната цялост – технологичен процес, инженерна инфраструктура, географско положение на ски зоните, екологично въздействие и социална значимост.

Етап 2. *Създаване на план за изпълнение на проекта*. Този план включва запознаване с частите на проекта, срокове за подготовка на проучването и за изготвяне на презентациите, ключови думи за откриване на подходящи информационни източници.

Етап 3. *Организиране на екипите за работа*. В проекта участваха по 6 ученика от 5 паралелки от 9. клас. На учениците бяха поставени задачи за проуч-

ване и създаване на презентации.

Етап 4. *Подготвителни дейности.* Събиране и съхраняване на информация, изготвяне на проучванията.

Етап 5. *Представяне на проучванията чрез презентации и оценяване.*

Представяне на проекта

Проектът беше представен чрез презентирание на четири елемента от процеса на изграждане и поддържане на ски зоните в Банско, Боровец и Пампорово. Презентациите бяха представени в следната последователност:

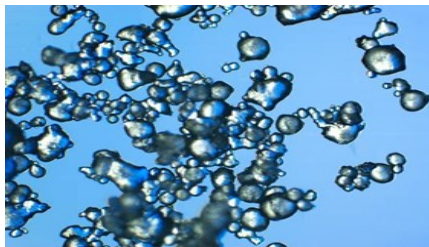
1. Какво представлява естественият сняг?

Учениците проучиха условията за образуване, състав и структура на естествения сняг предимно от материали от интернет. Презентациите бяха илюстрирани с красиви снимки на снежни кристали.

2. Технология на създаване на технически сняг

Учениците проучиха състава и структурата на техническия сняг (Фиг. 1). Те представиха изградените писти в ски зоните Пампорово, Банско и Боровец, като географско местоположение и дължина. В хода на изследването се осъществи контакт с инж. Костадин Първанов – ръководител на екипа, който поддържа цялата инженерна инфраструктура на ски зона Пампорово.

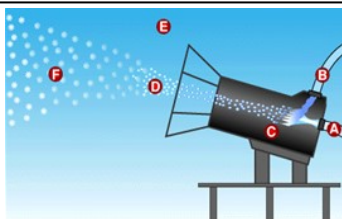
Учениците се запознаха със системата за технически сняг. Водата за неговото производство се черпи от местни източници: река Глазне в Банско, река Бистрица в Боровец, местност Язовира в Пампорово. В близост до тях са изградени помпени станции. От там тръгва мрежа от подземни кабели и тръби, които контролирано отвеждат вода и въздух до всяко оръдие за сняг. Преспите, натрупани под оръдието се разнасят, отгъпкват и заглаждат от снегоутгъпкващи машини /ратрак/, с прецизност, която да осигури безпроблемно каране на скиори и сноубордисти.



Фиг. 1. Изображение на технически сняг

3. Техническо устройство и принцип на работа на оръдие за технически сняг

Учениците получиха изследователска задача да опишат процесите, които протичат в оръдието за сняг. Оръдията се включват при температура поне минус 5°C. В тръбата на оръдието под високо налягане се смесват вода и въздух (Фиг. 2). Тази смес се „изстрелва“, като въздушната струя разпръсква капките и те замръзват шоково във въздуха. Тук учениците имаха изследователска задача – те откриха наличие на адиабатен процес – бързото разширение на въздуха при преминаване през дюзите води до допълнително охлаждане на водните кристали.



- A** – въздух
B – вода
C – водата се разпръсква на капки
D – ледени кристали
E – въздух под -5°C
F – сняг

Фиг 2. Устройство на оръдие за технически сняг

4. Екологично въздействие върху околната среда

Учениците събраха информация за влажността на почвата под снежните писти. Ратраците „утъпкват“ последователно няколко слоя технически и естествен сняг и пистите са устойчиви на по-високи пролетни температури. Задържането на снежната покривка води до замръзване на почвата в по-голяма дълбочина. Това оказва силно влияние върху растителността в тази зона. От инж. Първанов учениците научиха, че в снежното оръдие не се добавят химически субстанции като ядра за образуване на снежните кристали.

В презентациите учениците приложиха знания от различни области: физика, чужди езици, инженеринг, география, екология. Считаме за успешно проучването и представянето на дейностите по изграждане и поддържане на ски зоните в Банско, Боровец и Пампорово.

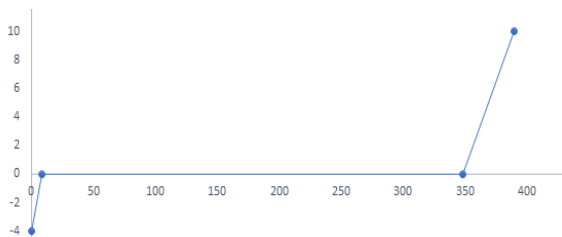
Прилагане на конструктивисткия подход при изучаване на елемент от учебното съдържание

Приложихме конструктивисткия подход при построяване на графичната зависимост на температурата от погълнатото количество топлина при преходи между състояния на водата (Фиг. 3.). Измерената начална температура на леда с маса $m = 1 \text{ kg}$ е минус 4°C . Учениците приложиха изучаваните формули за изчисление на погълнатото количество топлина. При построяване на графиката те съобразяваха кои специфични топлинни капацитети трябва да изберат и отчетоха необходимостта от последователно добавяне на изчислените количества топлина по абсцисната ос.

серия АВ $Q_1 = c_{\text{лед}} \cdot m \cdot \Delta t$ - нагряване на леда (1)

серия ВС $Q_2 = \lambda \cdot m$ - топене на леда (2)

серия CD $Q_3 = c_{\text{вода}} \cdot m \cdot \Delta t$ - нагряване на водата (3)



Фиг. 3. Графика на зависимостта на температурата от погълнатото количество топлина

За повишаване на екологичната компетентност на учениците при сравнение на специфичните топлинни капацитети на водата и железобетона те формулираха, причините за различния климат в града и по крайбрежieto на водните басейни. Учениците направиха извод за годишното изменение на температурата на морската вода – защо се нагрива бавно през лятото и се охлажда бавно през есента.

Погрешни схващания на учениците за топлинни явления

В процеса на обучение много често учениците изграждат погрешни схващания за физични обекти и явления. Ние се придържаме към определението, според което погрешните схващания са вярвания, които противоречат на научно призната теория, но привидно са добре обосновани въз основа на някои практически експерименти или логически заключения [3]. В осми клас учениците вече имат собствен опит с топлинни явления, който доминира в техните представи, формирани в семейството, медиите и др. Често при обяснение се използват аналогии: „атомите на твърдите тела сякаш са свързани с невидими пружинки...“ [4]. Понякога информацията е непълна: „Специфичният топлинен капацитет е количеството топлина, необходимо за нагриване на тяло с маса 1 kg с 1 °C“ [4,5]. Но това важи и при охлаждането на тялото. Погрешни схващания се създават и когато езикът на учителите при обяснение е предимно разговорен [6].

В научната литература са представени изследвания на погрешни схващания за топлинни явления. Най-често цитирани са следните [7,8]: температурите на замръзване и на кипене на веществата не се променят; ледът никога не става по-студен от 0°C; понятията топлина и температура се заменят; мехурчетата във врящата вода съдържат „въздух“, „кислород“ или „нищо“.

В процеса на обучение установихме някои трудности при усвояване на знания за топлинни явления: първият принцип на термодинамиката се отнася само за газове; Защо при преходите между твърдо, течно и газообразно състояние температурата на тялото не се променя, въпреки погълнатата /отдадената топлина? Как се променя вътрешната енергия на тялото при преходите между твърдо, течно и газообразно състояние на тялото? Трудно се разпознават елементите на топлинна машина при двигател с вътрешно горене.

Ключови компетентности и STEM умения

Една от целите, които си поставихме при това обучение е формирането на ключови компетентности по математика, чужди езици, инженеринг, география, екология. Решаването на графични задачи развива у учениците умения както за построяване така и за разчитане на графики. Учениците развиха знанията си по английски и руски езици. С изучаване на конструкцията на снежно оръдие изграждат базисна техническа и инженерна компетентност. Проучването на разположението на ски зоните повишава географската грамотност на учениците.

Важна цел на обучението чрез метода на интегративните проекти е формиране на STEM умения – „индивидуални умения, необходими за използване на природни науки, математика, инженерство, и тези, необходими за ефективното използване на технологиите. Важността на тези умения ги определя като принципи за STEM обучението.“ [10]. Тези най-важни STEM умения се наричат още „4C“ умения. Те са следните:

- *Комуникация.* Важни са уменията на учениците да се ориентират в дигиталното пространство, както и да споделят мисли, идеи и решения.
- *Сътрудничество.* Важно е учениците да се обучават за работа в екип и за вземане на общи решения.
- *Критичното мислене* има отношение към подбора на информация. Учениците разбраха, че част от информацията в интернет не е вярна и най-добре е да потърсят специалисти за консултация.
- *Творчески умения* се формират чрез насърчаване на учениците да пробват нови неща, в т.ч. с помощта на компютърните технологии.

Заклучение

При изучаването на раздел „Топлинни явления“ от програмата по „Физика и астрономия“ в девети клас приложихме метода на проектите, съчетан с ученическо изследване. Чрез задаване на изследователска задача учениците се запознаха в цялост с технологията за производство на технически сняг в нашите зимни курорти. Преценяваме, че проектът допринесе за усвояване и задълбочаване на знанията за топлинните процеси като дифузия, топене, втвърдяване, адиабатен процес. За голяма част от учениците този проект е първа стъпка в областта на инженеринга. Смятаме, че това обучението, организирано по този начин ще изостри сетивата им за заобикалящите ги технологии и ще стимулира мотивацията за изучаването им. Работата по описания интегративен проект формира STEM умения и компетентности, които са основа за успешна бъдеща реализация на днешните ученици.

Литература:

- [1] М. Андреев, *Интегриращи тенденции в обучението*. Издателство Народна просвета София (1986)
- [2] <https://stem.mon.bg/E-ресурси/Методология> , 07.05.2023г .
- [3] I. Kuczmann, The Structure of Knowledge and Students' Misconceptions in Physics, AIP Conference Proceedings 1916, 050001 (2017)
- [4] М. Максимов, *Физика и астрономия – учебник за девети клас за профилирано и професионално образование с интензивно изучаване на чужд език*, изд. Булвест 2000, „Клет България“ ООД, (2018)
- [5] Е. Бенова, З. Димова, Н. Велчев, *Физика и астрономия, учебник за 8. клас*, издателство Педагог 6 (2017)
- [6] Swati J. Patil, Rajendra L. Chavan, V.S. Khandagale Identification of misconceptions inscience: tools, techniques & skills for teachers, 2019 .
- [7] <http://intro.chem.okstate.edu/ChemSource/CondensedState/chemcond29.htm>, 07.05.2023 г.
- [8] Almahdi Ali Alwan, Misconception of heat and temperature Among physics students, *Procedia Social and Behavioral Sciences 12 (2011) 600–614*
- [9] В. Ставракева, Ж. Райкова, *Модел на прилагане на интегративния подход при формиране на STEM умения в обучението по математика, STEM стратегии в училище*, Университетско издателство „Паисий Хилендарски“, Пловдив (2021)

Прилагане на изследователския подход при изучаване на темата „Механика“ от учебното съдържание по физика за VIII клас – начин за формиране и развитие на устойчиви знания и умения

Костадина Кацарова¹, Желязка Райкова²

¹ЕГ „Пловдив“

²ПУ „Паисий Хилендарски“

Абстракт: Устойчивостта на учениковите знания става все по-необходима в днешния бързо развиващ се технологичен свят. В средното образование изучаването на движението може да се осъществи чрез използване на STEM умения и компетентности, които са основа за разбиране на физическия свят и подготвят учениците за кариера в широк спектър от области. Целта на доклада е да се опише педагогически опит, свързан с изучаване на механично движение от учебното съдържание по физика за VIII клас. Като възпитателна задача при обобщаване на видовете механични състояния и причините за тях, се постави формиране и развитие на научен светоглед. Правилното възприемане на света е основа за устойчивост в отношенията към него и предполага готовност за вземане на информирани решения. В рамките на ученически проект се поставя задача учениците да се запознаят с възгледите за движението, които противопоставят разбиранията на Аристотел и Галилей. Поставена е и задача да се изработят експериментални доказателства, подкрепящи всяка от идеите и да се представят изводи от проведените изследвания. Това дава възможност знанията, заложили в Държавните образователни стандарти (ДОС), да бъдат по-добре осмисляни и прилагани. Така познаването на характеристиките на равномерното и на равномерно-променливото движение, разбирането на условието едно тяло да се движи по инерция могат да бъдат развити по устойчив начин. Работейки в екип, учениците могат да развият и уменията си за комуникация и сътрудничество и да приложат критично мислене при справяне със ситуации от реалния свят като идентифицират и решават конкретни технически проблеми по творчески и ефективни начини.

За да живеят и работят при условията на модернизация и глобализация на съвременния свят, учениците трябва да се научат да преодоляват промените, породени от развитието на технологиите, да възприемат и разбират голяма по обем информация, да се ориентират в обществените и научни проблеми и да участват в решаването им. Те трябва самостоятелно да могат да ги придобиват и да подбират онези, които ще способстват за активното решаване на определени проблеми. Изучаването на физика помага да се разберат основните закони на природата, което е от съществено значение за вземане на информирани решения в ежедневието. Като се използват STEM умения и компетентности в средното образование, учениците могат да приложат своите знания на практика в широк спектър от области и да се подготвят за професионална реализация в тези области.

Учителят по физика играе важна роля в личностното развитие на учениците си не само като преподавател, но и като наставник и ментор. Това означава,

че в допълнение към изучаването на природни науки, учителят помага на учениците си да развият и утвърдят определени личностни умения и качества, които да са им от полза в живота.

Движението е основна характеристика на материята. Елементите и величините, които описват движението, се изучават в различни културно-образователни области, в различни етапи и степени на образованието в България. Въпреки това, изучаването и обобщаването на естеството на движението в часовете по физика в VIII клас – общообразователна подготовка (ООП), което има светогледно значение, може да срещне някои трудности [1]. Физиката е наука, която използва много модели и абстракции, което затруднява учениците в разбирането на теоретични концепции, като инерция, сила, ускорение, движенията на много големи или много малки тела. Използването на математически формули и уравнения, за да се изразят законите на природата е трудно за ученици, които не владеят достатъчно математични знания. Наблюдава се и езикова бариера, поради специфичния език на науката. Термините и дефинициите са често много точни и прецизни, но трудни за запомняне и използване. Изучаването на естеството на движението изисква извършване и описание на опити и наблюдения, което учениците трудно реализират поради не винаги налични условия за експериментална работа.

За да се преодолеят част от тези трудности и да се формират устойчиви знания и умения, ние решихме да използваме изследователски подход при обобщаване на знанията за механичните движенията в VIII клас [2, 3]. Обявихме на учениците темата „Движението – Галилей срещу Аристотел“ като обект на изследване. Предложихме им да се ориентират към следните съдържателни компоненти:

1. Движението според Аристотел
2. Галилей за движението на телата
3. Аз съм експериментатор...
4. Дискусия
5. Представяне

Обучението по този начин се осъществи в седем паралелки на учениците от IX клас в ЕГ „Пловдив“ и се проведе в края на първия срок на учебната 2022-2023 година.

При реализиране на дейностите по прилагането на изследователския подход са следвани следните етапи:

Определяне целта на изследването и подбор на документи, които стимулират усещането за „реалност“. Аристотел и Галилей имат различни виждания относно движението, което ги прави интересна тема за сравнение. „Спорът“ между тях относно същността на механичното движение, е тясно свързан с развитието на физиката и е един от ключовите моменти в историята на науката, който показва как новите научни открития могат да предизвикат революционни промени в схващането ни за света. На учениците е поставена задача да намерят и подберат материали, в които се разглеждат възгледите на двамата учени. В работата си с различни научни източници у учениците се формира разбирането, че науката е една от най-важните и променящи се области на човешката дейност, която се развива във времето. През вековете науката е претърпяла значителни промени и е развивала нови модели и методи за изследване на света около нас. От философски размисли през емпирично наблюдение и експеримент, знанията

се натрупват постепенно като първоначално те са се базирали на лични наблюдения и интуиция. Но през вековете, хората стават по-систематични в своя подход към опознаване на света и налагат научен метод за изследване му. Това води до технологичен прогрес чрез колективно сътрудничество и институционална подкрепа. Учениците сами достигат до извода, че науката е фундаментът на устойчивото развитие и напредъка на обществата в дългосрочен план.

Предварително знание, свързано с проучване на извесното по темата. Учениците са формирали знания и умения по темата „Механика“, съгласно ДОС в часовете по физика VIII клас ООП. Въз основа на тези знания и анализирайки различните източници те разбират, че Аристотел, разглежда движението като природно явление, което е свързано със Земята като твърди, че всички тела имат „естествено движение“, което зависи от техния природен елемент. Аристотел също вярва, че движението се различава в зависимост от тежестта на обекта, като тежките обекти падат по-бързо от по-леките. Тези модели на движение на Аристотел са приети като научна истина за много векове. Двадесет века по-късно, Галилей представя нова концепция за движението. Провежда експерименти, които доказват движението по инерция, и че когато падат към Земята, всички тела, независимо от масата си, се движат с едно и също ускорение под действие само на силата, с която Земята ги привлича. Това противоречи на теорията на Аристотел и прави Галилей един от пионерите в развитието на модерната физика [4]. Като дискутират различните идеи, учениците обобщават и осмислят знанията си за това какво е движение, какви са видовете движения, кое поражда движението и как могат да се характеризират различните видове движения чрез изучените физични величини. Освен осмисляне на научното знание, което е фактор за ефективното му прилагане в реални ситуации, предварителните знания са от съществено значение за успешното провеждане на експеримент. Те помагат за определяне на целта на експеримента (какво трябва да бъде измерено или наблюдавано), за избора на подходящи методи на изследване (какво оборудване да се използва, как да се измерват и събират данни и т.н.), за интерпретацията на резултатите и изводите и избягване на грешки, които могат да възникнат по време на експеримента.

Провеждане на изследването, което включва наблюдение, формулиране на хипотези, тестване на тези хипотези чрез експерименти и събиране и интерпретиране на данни. Научната методология е ключова за развитието на науката, тъй като позволява на учените да формулират точни и проверяеми твърдения за света около нас. Предложената практика чрез структурирано изследване дава възможност на учениците, които знаят очакваните резултати, да обсъдят, конструират самостоятелно, проведат и обобщят данните на собствените си експерименти. Те сравняват опити и данни, потвърждаващи възгледите на Аристотел и такива, които утвърждават идеите на Галилей. В процеса на експерименталната си дейност учениците развиват своята функционална грамотност, като някои от тях обобщават получените данни в таблици, други представят част от зависимостите графично и изчисляват грешки при измерванията. Важно за тяхното личностното развитие е осъзнаването, че наблюдаваните резултати могат да доведат и до грешни изводи. Да, тежките тела падат по-бързо от леките. Но има причина. И учените изказват нови предположения. Научното знание не е статично, а се развива. Така учениците не само задълбочено осъзнават естеството и причините, водещи до различни видове движения, но и възприемат и разбират

пътя на научното познание, научните идеи, концепции и методи на изследване като участници в този процес и формират природонаучна грамотност.

Представяне на резултатите е важен етап за екипа, защото научното познание се развива въз основа на споделянето на знания между всички участници. Като работят в екип и изказват различни идеи учениците виждат проблемите от различни гледни точки. Това води до създаването на нови идеи и решения, които никой от тях не би могъл да постигне самостоятелно. Учениците се учат да общуват ефективно, да си сътрудничат, да разпределят работата между членовете от екипа и да постигнат по-голям напредък за по-кратко време. Създава се доверие и уважение, изграждат се силни и дълготрайни отношения. Учениците се стремят да представят своята работа по въздействащ начин чрез презентация, видео и др. Продуктите от дейността на екипите са качени в облака и са достъпни за всички ученици.

Самооценката и оценката са заключителен етап, който позволява на учениците да оценят собствените си умения и познания и им дава обратна връзка за това, доколко са успели да постигнат поставените цели. Самооценката е инструмент за развитие на самодисциплина и самоконтрол, като помага учениците да определят своите силни страни и личностните качества, знанията и уменията, които трябва да усъвършенстват. Самооценката помага да се постигне по-голямо удовлетворение от учебния процес. Когато учениците осъзнаят, че напредъкът им се дължи на труда им, те се чувстват по-уверени и мотивирани да продължат да работят усърдно. В проведеното обучение с прилагане на изследователски подход самооценката и оценката на учениците се осъществява в два етапа. **Първият** е свързан с дейностите за систематизиране на предварителните знания, провеждане на изследването и изработване на крайния продукт. Разпределението на дейностите и времевият график за тяхното изпълнение учениците от всеки екип попълват в чек-лист. Екипът излъчва лидер, който следи задачите и как времето за тяхното изпълнение се спазва. След изработване на крайния продукт екипът се събира, като всеки участник прави самооценка на изпълнението на своите задачи по предварително зададени критерии (участие в екипа, полезност на осъществените дейности, пълнота на представените материали, спазване на времеви график). **Вторият етап** е свързан със самооценка на представянето на екипа и оценка на представянето на другите екипи. Учениците са запознати с изискванията за изготвяне и представяне на презентация и критериите за нейното оценяване: научност, логическа последователност и пълнота, правилно използване на българския език, спазване на изискванията за презентация (малко текст, не се чете, говори се и се обяснява, има слайд с използвана литература), спазване на времеви график за представяне, представяне на продукта. Бланките за самооценка и оценка се предават на учителя.

Учителят подпомага цялостната изследователска дейност на учениците: при търсене, намиране и анализиране на материали, при осъществяване и анализиране на експеримент, при оформяне на крайния продукт. Това става в предварително указано време за консултации, различно за всеки екип, както и онлайн. Той коментира представянето на групите и поставените индивидуални оценки.

Какви да дидактическите ползи от така проведеното обучение? То спомогна учениците да развият **аналитично мислене** като способност за анализиране и решаване на научен проблем чрез логически умения и физични знания. Сти-

мутира се също и **творческо мислене** чрез търсене на нови начини за решаване на проблеми и справяне с неочаквани ситуации. Създадох се условия за развитие на **комуникационните умения** чрез ефективно общуване между съученици и представяне на идеи по ясен и разбираем начин. Така също се даде възможност да се развият умения за сътрудничество чрез **работа в екип, наблюдателност и точност** при наблюдение и анализиране на детайлите, умения за **управление на времето** чрез планиране на дейностите. Оценяваме като много ценен резултат повишения интерес към ученето и създаване на мотивация и нагласа за **продължаване на ученето** и развитие през целия живот.

Смятаме, че споделяният ни педагогически опит може да се използва като добра практика за формиране на устойчиви знания и разбирания за механичното движение, което има значение за изграждане на самоувереност у учениците при изучаване на физика, учи ги как да реагират на промените и им помага да намерят своя път в живота.

Литература

1. Е. Бенова, Здр. Димова и Н. Велчев. *Учебник по физика и астрономия за 8. клас*, Педагог 6, София. (2021)
2. Ж. Райкова. *Съвременни тенденции в обучението по физика (монография)*, Университетско издателство „Пансий Хилендарски“, ISBN 978-619-202-441-3. (2019)
3. В. А. Crawford. Embracing the essence of inquiry: new roles for science teachers. *Journal of research in Science education*, 37 (9), p. 916 – 937. (2000)
4. Ж. Райкова и Д. Грънчарова. Възможности на интегралния подход при изучаване на физика и философия за формиране на природонаучна грамотност В: сборник доклади от 47-ата национална конференция по въпросите на обучението по физика, Велико Търново. 4-7 април 2019 г.

Нравствеността в природните закони – предпоставка за устойчиво развитие на индивидите и обществата

Весела Димова

СУ „Св. Климент Охридски“, Физически факултет

Абстракт: Познанието на природните закони е основата на съвременния напредък на човечеството. За да се постигне устойчивост в развитието на индивидите, обществата и народите в бъдеще, човек следва да направи днес едно преосмисляне на ценностите, преоткриване на моралните и нравствените норми, втъкани в постиженията на природните науки. Това изпъква като първостепенна задача пред учителите в съвременната педагогическа действителност – да се разкрие природата като разумен възпитател на човека, така че едновременно с усвояването на природните закони подрастващите да формират високоморално, синовно отношение към природата. В тази връзка в настоящия доклад се засягат избрани въпроси от училищния курс по физика и астрономия, които благоприятстват за придобиване на общочовешки ценности, осмисляне на взаимоотношенията човек – общество – природа, повишаване на съзнанието и изграждане на отговорно поведение на всички хора на земята като членове на един общ социален организъм.

1. Въведение

Човек изучава природата, за да се научи да се проявява съобразно с нейните закони, да стане неин съработник, а не за да я подчини на своите интереси и разбираня – последното е невъзможно.

Осведомеността още не е знание. В определени случаи тя може да се окаже дори спирачка за човешкото развитие. Ако човек трупа знания, които не се подреждат в едно органично цяло и не се прилагат, постепенно това го тласка към отрицателни прояви или загуба на смисъла. Затова в педагогическата област се наложи друга дума, която да отрази по-точно целенасочеността и отношението на индивида към познанието и културния растеж на обществото – думата *компетентност*. Вече в световен план се разработват идеите за обединяване на усилията в насока към общо образование чрез формулираните *ключови компетентности* [1]. Съвременната образователна парадигма налага да се осмисли по нов начин знанието като ценност, да се достигне до онази ядка в образователния процес, която е градивен елемент за устойчиво развитие на индивидите и обществата. В нравствеността се крие смисълът на живота. Така се достига до необходимостта от познаване и прилагане на нравствените закони, които помагат на подрастващите да формират норми на поведение, произтичащи от самото естество на човека и засягащи вътрешната му същност, а не просто принадлежащи на една или друга система от „писани закони“. Човечеството вече узрява за максимата, че колкото по-малко писани закони има дадено общество, толкова то е по-издигнато и хуманно. Разумният човек се ръководи от вътрешния закон в себе си и него открива във всички прояви на обкръжаващите го индивиди, в събитията и в природата.

Знанията от областта на природните науки носят такъв заряд, който може да се използва за намиране на правилни решения във всяка област от обществе-

ния живот, за организиране на човешката дейност. Затова при изучаването на природата е необходимо да стигнем до онези условия, чрез които се изявяват и развиват добродетели, вложени в дълбоката същност на човека, като разумност, истинолюбие, благородство, милосърдие, справедливост, безкористие, добротворство. Да подпомогнем подрастващите в това да богатееят със знание, което укрепва характера, разширява съзнанието, формира светоглед, утвърждаващ живота. По-долу ще посочим някои моменти от учебното съдържание по физика в средното училище, които дават възможност да се реализират такива възпитателни задачи.

2. Устойчиво развитие на индивидите и обществата

Под устойчивост на индивида разбираме такова развитие, при което има правилно съотношение между трите сфери на човешката същност – интелектуална, емоционална и волева. Това го прави вътрешно доволен, успешен в своята дейност и го поставя в правилни отношения с всичко, което го окръжава. Когато човек достигане до дълбокия смисъл на живота, тогава става психически устойчив на външни влияния, без да накърнява правата на другите членове на обществото и на всички елементи на живота. Това състояние се постига само посредством богатеене с добродетели.

Устойчивост на обществото – развитие, при което всички членове се чувстват равноправни и във взаимен обмен от позицията, в която са поставени, съзнавайки своята принадлежност към единното цяло.

Основата, върху която се основава дейността на всички членове на обществото – това е единство, при което всички влизат в определени съотношения както клетките в един здрав организъм. Между силите на човека и природата в този случай става правилен обмен. Човек развива своите дарби и способности хармонично, музикално – така, че животът се обновява и поддържа по естествен начин.

Умението да анализиращ, да оценяваш и да вземаш правилни решения както предпоставка за действие, поведение и предприемачество се отнасят към високите нива според таксономията на когнитивните постижения по Б. Блум. А оценяването и творчеството е пряко свързано с изградената система от ценности. Така познавателният процес в училище ни дава възможност да направим прехода от физиката като природна наука към аксиологията като философско направление, което изследва ценностите. Усвояването на физични знания днес все повече се нуждае от съпътстващо възприемане на висшите морални и нравствени закони. Още Аристотел е казал: „Който напредва в знанието, но изостава в нравствеността, той се придвижва по-скоро назад, отколкото напред“.

3. Значение на физичното знание за изграждане на устойчива живототворяща ценностна система в младото поколение

В съвременното образование в часовете по физика се извършва взаимнообмен в следния смисъл: учениците усвояват постиженията на съвременната наука и техника, достигат до определени истини за природата, подпомогнати от своя учител; учителят изучава истините за живота, развива своите дарби, богатеет с добродетели и израства в пътя на себепознанието [2, 3]. Така се осъществява циклично преминаване от познание към самопознание, от възпитание към самовъзпитание. Ключов елемент в този процес заема природата. Едновременно с

усвояване на физични знания в процеса на обучение се реализират цели и в нравствен план: да се повишава съзнанието на учениците, да нараства отговорността им при прилагане на придобитото, да се използват природните блага и научните постижения в полза на цялото, да се оценява естественото благотворно взаимодействие между природата и човека, да се прилага природонаучната грамотност и в частност изследователския подход с искрен стремеж към истината, справедливостта и свободата.

Интересно е да отбележим някои нравствени норми на поведение, които се съдържат в знанията от природните дисциплини, изучавани в училище. Тук те са представени чрез познати пословици и онагледени с избрани моменти от учебното съдържание по предмета физика и астрономия.

1. *Каквото повикало, такова се и обадило.* Това нравствено правило се разкрива при изучаване на третия принцип на механиката и изобщо при представянето на силата като характеристика на взаимодействието – отначало в механиката, а още по-нагледно в електростатиката; също така при изучаване на условието за равновесие на телата. При изучаването на този материал е уместно да посочим, че ако човек тръгне с положителна нагласа, с любов да реализира дадена идея и устои в доброто, ще пожъне добри плодове.

2. *Ако искаш да вземаш, научи се да даваш.* Правилният взаимоотношен (да се научим да даваме и да получаваме) се онагледява с учебния материал, свързан с процеса топлообмен, въвеждането на коефициент на полезно действие, разглеждане на работния цикъл на топлинна машина. Всяко предприето от нас действие трябва да се съпровожда с мъдрост и разумност. Мярката, с която преценяваме дадено поведение, усилие или постижение, също може да се открие в естествените природни процеси.

3. *Денят се познава от сутринта.* Този нравствен закон добре се изяснява при изучаването на закона на Ом и представянето му алгебрично, таблично и графично, със съответните граници на приложимост. Истината не се нуждае от доказване – рано или късно всеки достига до нея и започва да работи под нейната ярка светлина. Неотдалечаването от достигнатата истина е грижа на всеки разумен човек при проявлението му в обществото.

4. *Всяко зло за добро.* Тази позната максима е така нужна на всеки, който работи търпеливо и методично в дадено направление, а положителните резултати не идват, дори се явяват и неочаквани спънки. При изучаване на явленията външен фотоефект се показва как при определени условия (при това безинерционно!) от дадена пластинка (катод) могат да се породят електрони, които да се задвижат в определена посока и във веригата да протече електричен ток. Тук има добра възможност да се представи връзката между теория и експеримент, да се засегнат исторически и методологични въпроси, но също така и да се разкрие ползата от устойчивото придържане към методите на добротворството и положителната мотивация. Преценката за добро и за справедливост понякога не следва да се извършва само като резултат от видимото и от поведението на околните. Необходимо е да се познава вътрешната същност на човека, да се проследяват събитията в тяхната пълнота, дълбочина и смисъл.

5. *Не наливай вода в чужда воденица.* При изучаване на резултата от действието на сили в механиката и главно при простите механизми е удачно да се направи аналогия с въздействието и усилията, които полага човек в дадено направление. За да се получи очакваният резултат, е нужно да проведем многофак-

торен анализ, да преценим до каква степен можем да полагаме усилия и кому ще е от полза това. Осъзнавайки границите на възможното, се учим как да прилагаме доброто. Всяка жертва, която можем да направим, трябва да повдига нас и другите около нас.

4. Възпитателни функции на физичното знание

Днес се нуждаем от припомняне на истината, че човек изучава природата не за да я подчини на своите разбирания и желания, а за да се научи да работи според нейните правила и закони. Усвоявайки физичното знание, учениците се възпитават в това, че:

Всичко в природата е взаимосвързано, така добре организирано, както в един жив организъм. За да разберем разумността в природните явления и процеси, за да оценим и благата на живота, не е достатъчно да съдим само по външната форма на нещата, а да вникнем в съдържанието, да достигнем до смисъла. Човек днес е изпълнен с вътрешно недоволство поради това, че събитията не стават по неговите желания и разбирания. И именно затова е нужно просвещение, изучаване на природата, на взаимовръзките между различни елементи на целокупния живот. Развитието на индивидите и обществата се гради върху основата на сегашното достижение на науката и разбирането ни за живота. Чрез трудностите, страданията, несгодите човек се изправя пред въпроси, които го стимулират да израства, търсейки решение. Да намериш противоположното на своята гледна точка и тогава там, в центъра между двата полюса, ще откриеш смисъла на живота, ще бъдеш в съгласие с природата. Ще постигнеш равновесие, ще откриеш онази истина, която носи живот и благо за всички хора.

В природата има периодичност, последователно редуване на дейности и състояния с противоположен знак. Всички елементи от целостта функционират в единна стройната организация, която човек постепенно усвоява със задачата да влезе в синхрон с ритъма на природата. Всички констатираме факта, че колкото по-разумно се ползваме от благата и силите на природата, толкова условията на живота ни се подобряват. Затова човек трябва да изгради синовно отношение към природата – да се ползва разумно от нейните блага, а в проявата на своите дарби и в поведението си да се учи от нея. Придвижвайки се по този път, той се изправя пред вътрешни пречки, характерни за всеки човек – лицемерие, съмнение, страх, завист, недоволство и др., които спъват човешкия прогрес. Като се справи с тези противодействия в себе си, той е в състояние да работи ползотворно и отвън – в полза на общочовешкия напредък. Тогава разбира, че само знание, придобито с положителни методи, с обич, дава добри резултати. Именно към такова знание се стреми сега цялото разумно човечество – знание, което дава импулс за растеж; знание, което намира приложение в различни области на живота в полза на развитието на цялото; знание, което може да възпитава вътрешно човека и да организира, да осмисля и да центрира всички негови сили и постижения; знание, което и в радостни, и в трудни моменти на живота прави човека способен да проявява изначалната си същност – своите висши добродетели.

Естествените промени в живота природа са постапни, бавни, едва забележими. И развитието на човека е непреривен постепен процес. По същия начин растежът на подрастващите по отношение на мисловния и емоционалния им свят трябва да наподобява квазистатичните процеси – те следва да протичат не бурно, експресивно, а постепенно, в пълно съответствие между силите на ума и сърцето.

Тогава се осмисля крилатата фраза „здрав дух в здраво тяло“. Човек трябва да се научи правилно да възприема светлината, въздуха, водата и всички природни блага, да се научи на хигиена и хранене – първоначално по отношение на своето тяло, а в по-късен етап и по отношение на мислите и чувствата си. Мисълта винаги да е светла, уравновесена, целестремена, повдигаща, да бъде като висок планински връх, а чувствата – като долини, богати с благоуханни цветя и с плодове, които се напояват от мисълта. Тогава човек става господар на себе си и е истински ръководител на своята воля.

Природата умее да постави на своето място всяко нещо, което е създала. И човекът се учи да работи според този установен ред с всички елементи, на които се натъква в своя индивидуален живот. Да не се бори със злото, а да знае как да постъпва и в позицията на силния, знаещия, богатия, и в позицията на онеправдания. Всеки неизбежно минава през тези роли в хода на своето развитие и именно така се проверява неговият растеж – да знаеш как да се проявяваш, когато си в единия или в другия полюс и как от своята позиция да работиш за повдигане на цялото. В този смисъл борбата за първенство в бъдеще ще се измени изцяло. Възпитателите ще оценяват по нов начин дарбите на всяко дете в различните области на човешкото проявление, а детето ще се радва на своя напредък, както и на постиженията на своите връстници, без да иска да заеме тяхното място. Така по естествен начин ще дойде почитта, уважението и опазването на животните, растенията, въздуха, водата и всичко в природата. Ще дойде и строгото съблюдаване на природната икономия. Повишаване на съзнанието е пътят за оценяване на мястото на всеки човек в живота на цялото и значението на това той да изпълни с достойнство своето предназначение.

Природата е предвидила за всички необходимите им условия за живот и развитие, при това с точна мярка. Дарбите и способностите, с които човек идва на тази земя, трябва да се развиват и насочват правилно. Природните науки, изучавани в училище, дават възможност подрастващият да се възпита в отговорност за използването на природните блага и за целесъобразно приложение на всичко придобито, в това число и духовното богатство – знания, умения, способности. Преднината в дадено отношение носи такъв капитал на човека, който му дава възможност да се ползва самият той във всеки момент от живота без да го губи, а също така да помага на себеподобните си като дава разумно от този капитал. По този начин се проверява максимата: Правй добро без да знае никой! Това е условие да се развива и расте човек, да удължи живота си. И това добротворство във всички случаи да му носи радост.

5. Заключение

Нашето съвремие налага необходимостта да се обръща повече внимание на възпитателната страна в учебния процес, да се използват възможностите, които предоставя учебното съдържание и всяка ситуация в класната стая, за да се подпомага изграждането на устойчива нравствена система на ученика. Едновременно с изучаването на физика ученикът да усети присъствието на природата в себе си и в обкръжаващата го среда, да бележи ръст в израстване на съзнанието, да изгради положително отношение към майката природа, към живота на цялото тук, на земята. Тогава основната съвместна задача на учени, учители, и родители ще бъде изпълнена.

6. Литература

- [1] Препоръка на Съвета на Европейския съюз от 22. 05. 2018 г. относно ключовите компетентности за учене през целия живот, Официален вестник на Европейския съюз, 4.06.2018, С., 198/1 ([https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=GA](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=GA))
- [2] В. Димова, От законите на природата към законите на живота, *сб. 35 години факултет по педагогика – приемственост и бъдеще*, УИ „Св. Кл. Охридски“, 246-253 (2022)
- [3] В. Димова, Учителят в „златно съотношение“ при субект-субектните взаимодействия в образователния процес, *сб. Взаимодействие на преподавателя и студента в условията на университетското образование: проблеми и перспективи*. ЕКС-ПРЕС, Габрово, 137-141 (2017).

Реализиране на идея чрез Google Сайтове за интегрирано съдържание в обучението по предметите физика и астрономия и икономика в годината на устойчивото развитие

Росица Манолова-Иванова

Старопрестолна професионална гимназия по икономика

„Д-р Петър Аладжов“, гр. Велико Търново

Абстракт: Стремително развиващите се технологии правят традиционните форми на преподаване неефективни. Те отегчават учениците и мотивацията им спада. Съвременните „дигитални“ ученици възприемат света чрез технологиите и очакват чрез тях по динамичен и интригуващ начин да открият информация, чрез която да достигнат до знания сами. Следователно постигането на необходимите компетентности за живот и работа в 21^{-ви} век може да се осъществи чрез проактивно поведение на учениците, т.е. учейки да се опознава света. В настоящата разработка се прилагат възможностите на инструмента *Google Сайтове* за реализация на интегрирано съдържание, разкриващо връзките между история на физиката и астрономията и икономиката, дадени са примери за учени, развили се успешно в повече от едно научно направление, поместена е информация за новите научни направления – иконофизика и социофизика (като примери за приложна физика). Сайтът ще бъде отворен за коментари и допълнения.

1. Въведение

Живеем в свят, в който технологиите се развиват с ускоряващи се темпове. Традиционните форми на преподаване стават все по-малко ефективни. Еднообразието отегчава учащите се. Тяхното внимание трудно се задържа, спада мотивацията. Учителят като носител на информация и знания, се изправя пред нов тип „дигитални“ ученици, които възприемат света чрез технологиите. Съвременното поколение очаква получаването на знания и информация да се случва по динамичен, интригуващ и забавен начин.

Същевременно изискванията за придобиване на различни компетентности от учениците нарастват все повече. По тази причина е нужно фокусиране върху активно поведение на учениците, чрез което да се овладее цялото разнообразие от учебния материал, т.е. учейки да се опознава света.

За да провокира познавателната дейност на учениците, учителят трябва да ги убеди, че усвояваните от тях знания са приложими и значими в нашия живот, но за да постигне това е необходимо да разнообрази дидактическия процес.

В настоящата работа е описана една възможност за стимулиране на познавателната активност и самостоятелност на учениците при изучаване на физика и астрономия, чрез реализиране на интегрирано съдържание с подчертани интердисциплинарните връзки с икономика, история, технологии и изкуство с помощта на специализиран уебсайт.

Така чрез прехода от запаметяване и възпроизвеждане към творческото осмисляне и практическото прилагане, учениците придобиват компетентности, ориентирани към практиката.

Уебсайтът е разработен с помощта на възможностите на инструмента *Google Сайтове* [1]. Посочени са примери за учени, развили се успешно в повече от едно научни направления. Описани са новите научни направления – Иконофизика и Социофизика (като примери за приложна физика). Разгледани са 41 банкноти от 15 държави с изображения на 24 известни физици и естественици, различни по характер, темперамент, съдба, но винаги дълбоко ангажирани с науката, с кратко биографско описание на техния живот. Сайтът „Физика и икономика“ ще бъде отворен за коментари и допълнения.

2. Учени, дали принос за развитието на физиката и икономиката

Физиката е уникална наука, която ни помага да разберем много за заобикалящия ни свят. Връзките на физиката с математика, химия, биология, география, геология, астрономия са много явни и добре изразени. Обективно съществуващата връзка на науките с дейностите на обществото водят до все по-силното взаимодействие между отделните научни области в съвременната наука.

Резонно възниква и въпросът „*Може ли естествена наука като физиката да има допирни точки и със социалните науки, такива като икономиката?*“.

Историята показва, че може да имат поне допирни точки, като известни личности са намирали вдъхновение и в двете науки. Редица учени са работили и правили своите изследвания и в двете научни направления, като дори са допринесли за формирането, изграждането и развитието им.

Първият ярък пример за учен, дал своя принос за развитието на двете науки е геният на Античността *Аристотел* (384-322 пр.н.е.). Счита се, че именно той е основоположник и на физиката, и на икономиката.

Николай Коперник (1473-1543) е следващият учен, оставил своята следа в икономическата наука. Любопитен и малко известен факт е, че ренесансовият учен, който пръв слага Слънцето в центъра на Вселената, е и икономист.

Определяният като „най-великият и влиятелен учен живял някога“, открил закона за всемирното привличане и поставил основите на класическата механика чрез законите за движение, сър *Исак Нютон* (1643-1727) също е оставил своя следа в икономическата наука.

Британският астроном, физик, математик и геофизик, известен още като „бащата на кометите“ – *Едмънд Халей* (1656-1742), ученият, който пръв заговаря за мъглявините и изчислява орбитата на най-известната комета, която по-късно е кръстена и на негово име – Халеева комета, поставя и основите на застраховането.

През 1738 г., швейцарският физик *Даниел Бернули* (1700-1782) въвежда идеята за пределната полезност, за да опише предпочитанията на хората.

Впоследствие през 1812 г., френският физик и астроном *Пиер-Симон Лаплас* (1749-1827) публикува своята „Аналитична теория на вероятностите“, в която подчертава, че събитията, които изглеждат случайни и непредвидими в икономиката, всъщност могат да бъдат предвидими [6].

Повлиян от идеите на Пиер-Симон Лаплас, през 1835 г. белгийският статистик, астроном и математик *Адолф Кетле* (1796-1874), изучавайки съществуването на модели в масиви от данни, вариращи от икономически до социални проблеми, представя концепцията за „средния човек“ в известния си труд „За човека и развитието на способностите му“. Публикува и „Есе за социална физика“, което се счита за начало на обособяването на социалната статистика в сфера-

та на емпиричните проучвания.

Руският енциклопедист и учен *Дмитрий Менделеев* (1834-1907), известен с теоретичното разглеждане на тясната връзка на химичните и физичните свойства на веществата, извлечането на общото уравнение за състоянието на идеалния газ и създаването на „Периодичната таблица на химичните елементи“, има изключителен принос и към икономиката.

Колумбийският астроном *Хулио Армеро* (1865-1920) е ученият, който изследва не само космоса, но и колебанията на валутните курсове и обезценяването на книжните пари.

Шотландският икономист *Адам Смит* (1723-1790), определян като най-известния икономист в историята и „баща на съвременната икономика“, е изпитвал афинитет към класическата физика и астрономията.

Италианският икономист *Вилфредо Парето* (1848-1923), известен с теорията си за масовото и елитното взаимодействие (закон на Парето или правилото 80/20), завършва Торинския университет през 1869 г. със специалност математика и физика.

Определяният като „най-великият икономист“ и един от основателите на неокласическата икономическа теория, американски икономист, статистик и изобретател *Ървинг Фишър* (1867-1947) първоначално се е обучавал при известния американски математик, физик и физико-химик *Уилард Гибс*, но интересът му към икономиката надделява.

Американският икономист *Дейвид Фридман* (1945-), авторът на учебници по микроикономика и книгите „Теория на цените“ и „Икономиката на всекидневния живот“, е друг ярък пример за учен, започнал своята кариера като физик.

Днес известният преподавател, изследовател и професор по финанси *Рикардо Ребонато*, активно развиващ кариера в областта на икономиката или по-конкретно в математическите финанси, ценообразуването на деривати, управлението на риска, разпределението на активи и изменението на климата, преди това е имал успешна кариера и в областта на физиката.

В историята има и не малко случаи на учени, получили Нобелова награда по икономика, започнали своята научна кариера в областта на физиката.

Холандският физик *Ян Тинберген* (1903-1994) е първият носител на Нобелова награда за икономика през 1969 г. „за разработване и прилагане на динамични модели за анализ на икономическите процеси“ [2]. Ян Тинберген учи физика в периода 1922 – 1926 г. в университета в Лайден, а през 1929 г. получава и докторска степен по физика за дисертацията си „Проблеми на минимума във физиката и икономиката“ [3].

Френският физик и икономист *Морис Феликс Чарлз Але* (1911-2010), носител на Нобелова награда за икономически науки за 1988 г. „за неговия пионерски принос в теорията на пазарите и ефективното използване на ресурсите“, е учен едновременно развивал своята кариера в двете науки [4].

Американският икономист *Даниел Макфадън* (1937-) печели Нобелова награда за икономика през 2000 г. „за разработването на методите и теорията, прилагани за анализиране на поведението на хората при индивидуалния избор, който те правят по отношение на това къде да работят, къде да се установят да живеят, кога да създадат семейство и колко деца да имат“ [5]. Макфадън притежава бакалавърска степен по физика от университета на Минесота, а като студент работи в космическа лаборатория и проектира рентгенов телескоп и компютър за

телеметрия.

Американският икономист *Робърт Енгъл* (1942-) е носител на Нобеловата награда по икономика за 2003 г. „за развитието на метода за анализ на времевите редове в икономиката“. Той получава бакалавърска степен по физика от колежа Уилямс през 1964 г. и магистърска степен по физика от университета Корнел през 1966 г.

Финландският икономист *Бенгт Роберт Холмстрьом* (1949-), носител на Нобелова награда за икономика за 2016 г., заедно с Оливър Харт „за техния принос в развитието на договорната теория“, също започва своята научна кариера с бакалавърска диплома по математика и физика от Университета в Хелзинки през 1972 г.

Изброените учени представляват една малка извадка от учените, известни в историята, които успешно ни представят силната връзка между физиката и икономиката.

3. Иконофизика и Социофизика като примери за интердисциплинарни връзка на физика и икономика

В резултат на намесата на физиците в изучаването на икономиката, в науката се формират двете нови науки – „Иконофизика“ и „Социофизика“.

Иконофизиката е динамична, бързоразвиваща се изследователска област, представяща нов начин на мислене, в която физици прилагат своите знания и методи за изследване на развитието и промените в икономическите процеси [6].

Социофизиката (наука как физиците решават проблемите на обществото) е известна още като социална физика. Това е наука, която използва понятията и математическите методи, прилагани във физиката, при изучаване на човешкото поведение [7].

4. Физика и пари

Парите играят важна роля в нашия живот. Те са неразделна и съществена част от всяка финансова система. Светът на парите днес е толкова разнообразен, банкнотите и монетите, емитирани в различни държави по света отдавна вече не са само разменни единици и средства за разплащане, а са и уникални произведения на изкуството.

Като правило на паричните знаци се изобразяват видни личности, които са изиграли важна роля за развитието на обществото и държавата или имат специален принос в научни постижения и открития. Сред личностите, които са заслужили тази чест, попадат и известни физици и астрономи. Техният лик, открития и изобретения са запечатани на паричните единици на държавите от цял свят.

Държавата, която е отдала честта на най-много физици, е Италия. На банкноти с различни купюри (класификация на парите по номиналната им стойност) са изобразени *Леонардо да Винчи*, *Галилео Галилей*, *Гулиелмо Маркони* и *Алесандро Волта*.

Великобритания почита двама – *Исак Нютон* и *Майкъл Фарадей*.

Полша също почита двама от сънародниците си – *Николай Коперник* и *Мария Склодовска-Кюри*.

Изrael запечатва лика на *Алберт Айнщайн*.

Според броя на банкноти от различни видове и купюри първото място в света заема физикът *Никола Тесла*.

В уебсайта са представени банкноти с лика на *Блез Паскал*, *Виктор Амбарцумян*, *Алесандро Волта*, *Галилео Галилей*, *Хулио Гаравито Армеро*, *Демокрит*, *Абу Али ал-Хасан Ибн ал-Хайтам* (Алхазен), *Кристиан Олаф Бернхард Биркеланд*, *Леонард Ойлер*, *Майкъл Фарадей*, *Мария Склодовска-Кюри*, *Никола Тесла*, *Николай Коперник*, *Нилс Бор*, *Исак Нютон*, *Олаф Рьомер*, *Рене Декарт*, *Уилям Томсън*, *Ханс Кристиан Орстед*, *Ърнест Ръдърфорд*, *Юрбен Льоверие*, *Юрий Вега*.

На Фиг. 1 и Фиг. 2 са показани примери за банкнотите с лика на Айнщайн и такава с Аристотел съответно. Освен представяне на банкнотите, е дадено и биографско описание за живота им. Както е видно от Фиг. 1, на банкнотата от ₪ 5 (израелски лири или израелски шекел) от 1968 г. [8] е изобразен ликът на немския физико-теоретик, философ и писател от еврейски произход Алберт Айнщайн. Той е определян днес като най-известният и един от най-значимите учени на 20^{-ти} век. На банкнота от 1 Др или Δρχ (гръцка драхма) (Фиг. 2) [9] е изобразен ликът на най-великата интелектуална фигура в историята, древногръцкият философ и учен Аристотел, за когото е известно, че няма област от познанието, до която да не се е докоснал и да не е оставил своето наследство. Неслучайно днес е наричан „баща на науката“ [10].



Фиг. 1. Банкнота от 5 израелски лира (1968 г.): портретът на Алберт Айнщайн (лицева страна) и ядрен реактор в река Сорек (гръб).



Фиг. 2. Банкнота от 1 драхма (1941 г.): Аристотел (384 г.пр.н.е. – 323 г. пр.н.е.), древногръцки философ и учен (лицева страна) и древногръцка монета, изобразяваща орел с разперени крила, държащ змия в клоната си (гръб).

5. Интегриране на идеята чрез информационни и комуникационни технологии (ИКТ)

Google Сайтове е инструмент, който предоставя възможност за създаване, редактиране и публикуване на онлайн информационни ресурси, поради което се явява подходящ интегрираното съдържание да достигне до по-широк кръг заинтересовани. В допълнение, *Google Сайтове* е наличен на български език и се предлага напълно безплатно.

Разработеният уебсайт е със следната структура:

- ✓ *заглавна страница* с вградена *Анкета* за обратна връзка;
- ✓ страница *Физика и икономика*, към която са вградени подстраниците *Иконофизика* и *Социофизика*;
- ✓ страница *Физика и пари*, към която са вградени 24 подстраницы, в кои-

то са представени банкнотите и биографиите на физиците;

✓ страница с използваната литература и източници.

6. Заключение

За да се постигне адаптирането на младите хора към бързо променящата се среда и да се изгради уменията да се справят с предизвикателствата, е необходимо формираните знания и умения да отговарят на реалните изисквания на пазара на труда не само днес, но след десетилетие. В този смисъл необходимо е акцентът в обучението да се поставя не толкова върху конкретното учебно знание, колкото върху развитието на творческото мислене на обучаваните.

Ето защо за ефективността на образованието се съди не по оценките в дипломите, не по броя на приетите в университетите, а преди всичко по подготовеността, по степента на формиран и развити онези качества у младия човек, които гарантират неговия интелектуален, професионален и културен прогрес в бъдещата социално-икономическа среда.

Представената в настоящата публикация разработка на интегрирано съдържание по физика и икономика се очаква да подпомогне учителите новатори, които търсят провокацията и съвременните методи в работата си. Тя може да послужи и като идея, която да бъде разширявана и допълвана както с намирането на допълнителни връзки между тези две науки, така и връзки между други области на човешкото познание. Това е дейност, в която не само учителите, но и самите ученици могат да бъдат особено активни, тъй като всяко ново познание, до което сами са достигнали чрез търсене в различни източници, ще засилва техния интерес и любопитство.

7. Литература

- [1] <https://sites.google.com/view/fizika-i-ikonomika/>
- [2] <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1969/tinbergen/facts/>
01.12.2021г.
- [3] https://wikibgbg.top/wiki/Jan_Tinbergen 01.12.2021г.
- [4] <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/1988/allais/facts/>
10.12.2021г.
- [5] <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2000/mcfadden/facts/>
12.12.2021г.
- [6] <https://en.wikipedia.org/wiki/Econophysics> 12.01.2022г.
- [7] https://en.wikipedia.org/wiki/Social_physics 15.02.2022г.
- [8] <http://www-personal.umich.edu/~jbourj/images/money/einstein12.jpg>
- [9] <https://www.mynumi.net/en/1941-banconota-grecia-1-drachma-aristoteles-p317-bb>
20.01.2021г.
- [10] <https://www.vlastta.bg/geniqt-aristotelbashata-na-naukata/> 25.01.2021г.

Някои аспекти, свързани с прилагане на компетентностния подход в обучението по физика в средното училище

*Христина Петрова, Елисавета Маркова
ПУ „П. Хилендарски“, Пловдив*

Абстракт

Основната цел на съвременния образователен процес е да формира личности, притежаващи комплекс от знания, умения за прилагането им, както и личностни компетентности, важни за общуването между хората в непрекъснатото глобализиращия се свят. В тази връзка много актуален е въпросът за компетентностния подход в обучението.

В статията са разгледани характерните особености на този подход в следните аспекти: цели на обучение; образователно съдържание като средство за постигане на целите; форми и методи на обучение; образователни технологии; роля на учителя, роля на ученика и др.

Разработен е модел на съвременния урок във формата на компетентностния подход. Акцентира се на някои методически възможности за прилагане на компетентностния подход в обучението по физика в средното училище.

Проведена е анкета с 36 учители по физика за прилагане на форми, методи и технологии за работа с учениците и тяхното съответствие с компетентностния подход. Интерпретирани са резултатите от проведената анкета.

Увод

Преходът от репродуктивно към творческо обучение, компетентностният подход в обучението, непрекъснатото образование през целия живот, реализацията на ценностно-мотивационна ориентация на личността са основата на образованието в интерес на устойчивото развитие.

Основната цел на съвременния образователен процес е да формира личности, притежаващи комплекс от знания, умения за прилагането им, както и личностни компетентности, важни за общуването между хората в непрекъснатото глобализиращия се свят. В тази връзка с голяма степен на важност е в училище да се формират фундаментални знания по основни учебни дисциплини, а също и личностни компетентности, които да помогнат на учениците да прилагат наученото в живота, да решават проблеми, да мислят критично, да работят в екип и да представят себе си.

Прилагането на компетентностния подход е голямо предизвикателство пред българската образователна система. През последните години се развиват активни политики за създаване на нова учебна среда със сензорни зони, комфорт и нестандартно обзавеждане. Добър пример в тази посока е реализирането на проекта „Изграждане на училищна STEM среда“.

Основният проблем при прилагане на компетентностния подход в практиката е преобладаващата фронтална работа на учителите с класа. За преодоляване на този стереотип на работа са необходими комплексни дейности като тези, заложени в динамичния модел на работав богата на технологии среда. [1]

В статията [2] се представят методи, подходи, форми, които улесняват прилагането на компетентностния подход при подготовката и обучението на деца от предучилищна и начална училищна възраст.

Считаме, че учителите по природни науки в гимназиален етап също трябва да търсят и осигуряват пътищата за реализиране на компетентностния подход. С целенасоченото си преподаване те трябва да организират учебния процес, така че формирането на ключови компетентности да бъде важен и предвидим резултат. Необходимо е да осигуряват възможности на учениците да наблюдават, анализират, моделират, да разчитат схеми, таблици, графики, да работят с различни източници на информация, да извършват експерименти, да дискутират, да работят в екип, да изработват и защитават проекти.

Дидактически аспекти на компетентностния подход в обучението по физика в средното училище

Компетентностният подход е ориентиран към нов тип обучение с други, адекватни на това цели, критерии, съдържание, методи, форми, образователни технологии, организация на съответстваща образователна среда и дейности в нея на учителя и учениците.

Някои от основните форми и методи на този подход са: учебни изследвания, учебни проекти, презентация и защита на творчески продукт, дискусия, рецензиране на работи, подготвени от съученици, самостоятелна работа по двойки или по групи и др.

Образователните технологии, свързани с този подход са: технология за систематизация и визуализирано представяне на знания, технология за развитие на критичното мислене, технология на проектното обучение, технология на проблемното обучение, информационни и комуникационни технологии.

Ролята на учителя се измества в посока организация на активна познавателна дейност на учениците в зависимост от техните възрастови особености и интелектуални възможности. Учителят е помощник, консултант на учениците при решаване на поставените задачи. При компетентностния подход нараства ролята на учителя и като възпитател. Създават се възможности за нравствено възпитание на обучаемите чрез решаване на социални, екологични и други проблеми.

Учениците са активни участници в образователния процес. Доминиращите компоненти на този процес са практиката и самостоятелната работа на учениците.

При компетентностния подход се реализира *комплексна оценка на учебните постижения*, включваща нивото на сформированост на ключовите компетентности. Оценява се способността на учениците да *прилагат* изученото в различни ситуации.

Ключовата фигура в реализацията на компетентностния подход е учителят. Неговата готовност към решаване на тази иновационна задача се определя като съвкупност от показатели, към които ние отнасяме: (1) знания за основни понятия, свързани с компетентностния подход; за етапи на формиране на компетентностите; методи и средства за формиране на компетентностите; диагностика на нивото на тяхната сформированост; (2) умения да формулират целите и крайните резултати на обучението от гледна точка на компетентностния подход; да избират подходящи образователни технологии и средства за оценка на нивото на

сформираност на компетенции.

Тъй като компетентностният подход е ориентиран към организация на учебно-познавателната дейност на учениците посредством моделиране на разнообразни ситуации в различни сфери на живота, за предпочитане е да се реализира творческият урок.

Предлагаме алгоритъм за построяване на урока в рамките на компетентностния подход. Той включва пет основни етапа:

Първи етап – определя се мястото на темата в раздела, формулират се целите и основните задачи.

Втори етап – проектиране на урока и компетентностна интерпретация. На този етап произтича разделяне на съдържанието на урока на съставлящите компетенции и видовете дейност на учениците. Установяват се връзките в съдържанието на урока (етапи на формиране на компетенциите).

Трети етап – избор на форми на организация на учебно-познавателната дейност на учениците.

Четвърти етап – подбор на подходящи методи на обучение.

Пети етап – подбор на дидактически инструментариум за проверка на нивото на усвояване на компетенции, а също и процедури за анализ и корекции.

С цел актуализиране на компетентностния потенциал на урока по физика акцентираме на новите съвременни елементи в следните компоненти на урока:

Цели – приоритетност на решаване на задачи за формиране на универсални (ключови) компетентности.

Мотивация на учениците – определяне на личностната значимост на целите на урока и смисъла на ученето за ученика, създаване на ситуации за успех в познавателната дейност. По такъв начин мотивационният компонент се проектира с отчитане на личностния опит на ученика: опит, получен преди в житейски и учебни ситуации и актуализиран на урока и опита, получен в хода на изпълнение на учебните действия на урока.

Съдържание – (1) Учебното съдържание е представено във вид на познавателни и практически задачи; (2) използване на различни начини за търсене, обработка, анализ, интерпретация и предаване на информация; (3) включване в съдържанието на урока на задачи с творчески, изследователски характер, организация на проектна дейност.

Технологии – използване на съвременни технологии като проблемно обучение, проектни технологии, информационни и комуникационни технологии; проектиране на индивидуални образователни траектории за отделните ученици.

Контролно-оценъчен компонент – обезпечаване на обективност на оценката не само на знания, но и на практически и експериментални умения; осъществяване на мониторинг на индивидуалните постижения на учениците. Критериите за оценка трябва да са известни, открити и съгласувани с учениците.

Формите на оценъчна дейност могат да бъдат: контролна (самостоятелна, практическа) работа, усвен отговор към класа, презентация на изпълнен проект и др. Средството за оценяване на учебните постижения на учениците, което съответства на компетентностния подход е портфолиото. Една разновидност на портфолиото – портфолио на проекта също позволява да се оценят ключови компетентности на учениците, проявяващи се в проектна дейност. В зависимост от типа на проекта портфолиото може да бъде както индивидуално, така и групово.

Комуникативен компонент – при проектиране на този компонент е необ-

ходимо да се предвиди въвличане на учениците в комуникативно насочени видове дейности. Това могат да бъдат ролеви и делови игри, изследователска работа, открито обсъждане на нови понятия, решаване на проблемни задачи, дискусия, решаване на една и съща задача с няколко алтернативни способа и избор на най-оптималния и др.

Методически възможности за прилагане на компетентностния подход в обучението по физика

Проблемното обучение е ефективно средство за усвояване на приложими и трайни знания и умения; за мотивираща активност на учащите и за изграждане на научния им светоглед. Учебните проблеми по физика са: проблеми за проектиране и конструиране; проблеми за предсказване и прогнозиране; проблеми за установяване на нови връзки и закономерности и др. [3]

Проблемите за проектиране и конструиране имат за цел конструиране на опитни постановки, уреди и устройства на основата на физични знания, технически принципи и умения.

Целта на проблемите за предсказване и прогнозиране е предсказване на явление, резултат или прогноза за протичането на даден процес. При решаване на проблеми от този вид може да се достигне до проектиране и конструиране.

Проблемите за установяване на нови връзки и закономерности предполагат установяване на количествени математически зависимости между физични величини. Възможните начини за решаване на проблеми от този вид са: получаване на формулата чрез експериментално изследване или дедуктивно извеждане на формулата.

Важно дидактическо средство на проблемното обучение са практическите задачи с проблемен характер.

Методиката за изпълнение на практическата задача от учениците включва следните елементи: (1) поставяне на изследователския въпрос; (2) формулиране на хипотеза; (3) проектиране на уред, постановка за провеждане на експеримента; (4) провеждане на експеримента; (5) снемане на данни; (6) анализ на експерименталните резултати и съпоставянето им с хипотезата или идеята за решаване.

Според нас практическите задания на учениците трябва да отговарят на определени дидактически изисквания: (1) да са интересни за учениците; (2) да формират умения за креативност, комуникация, критично мислене; (3) да предполагат усвояване на учебния материал на различни нива: понятийно, репродуктивно и творческо; (4) да развиват умения за сътрудничество между участниците в образователния процес; (4) да има възможност за контрол и самоконтрол.

Включването на ученика в експериментална дейност води до пълно осъзнаване на самите действия (познавателни, практически), на тяхната роля за усвояване на новото знание. Активизира се интелектуалната рефлексия [4]. Когато ученикът съзнателно моделира експеримента съобразно практическото приложение на знанията, се проявява т.н. праксеологическа рефлексия [4]. При нея акцентът е върху практическата приложимост на усвоените теоретични знания. По такъв начин ученикът осъзнава смисъла на собствените знания и умения и се подготвя за тяхното прилагане в живота.

Относно организацията на учебния процес учениците решават практическите задачи в малки групи (2–4 души) с помощта на лабораторни експерименти.

Те отговарят на въпроси, проектират прибори, конструират опитни постановки. Учениците изпълняват заданията чрез информационна среда, използвайки компютри. Всеки от тях представя индивидуален отчет за извършената работа.

Голяма част от задачите, проверяващи компетентностите по математика и природни науки в международните изследвания PISA и TIMSS имат графичен характер. Графичните умения са дефинирани като част от необходимите ключови компетентности, които формират умения за живот. Те имат обобщен характер и интердисциплинарната им същност ги поставя в групата на т.н. метапредметни универсални умения.

В тази връзка другата възможност за прилагане на компетентностния подход в обучението по физика е графичното моделиране на физични обекти, закономерности и явления. Важните дейности, които учителят по физика трябва да реализира съвместно с учениците са: създаване на графични модели на изучавани обекти, закономерности, процеси, явления; извличане на информация от схеми, таблици, графики, систематизиране на данни; трансформация на вербални описания в таблици, графики и обратно, решаване на графични задачи и др.

Решаването на графични задачи по физика е от голямо значение за формиране и развитие на графичните умения на учениците. Графичните задачи са ценно дидактическо средство за изграждане на умения за прилагане на физичните знания, за бързо извличане на полезна информация и за създаване на интерес у учениците за работа с графики. Дидактическото значение на графичните задачи обуславя необходимостта от системното им използване в обучението по физика.

Други методически възможности за реализиране на компетентностния подход са: прилагане на интердисциплинарни връзки между природните науки, а също и с други науки; постоянно разкриване на важноста на природните науки за реалния живот (приложение в бита, практиката, техниката и др.); решаване на задачи в реални ситуации.

При прилагане на компетентностния подход се реализира практически ориентиран образователен процес. При това педагогическата роля на учителя се променя. Най-важната роля на учителя е педагогическият дизайн. Той прилага творчески подход при представяне на учебното съдържание. Учителят разработва самостоятелно или с помощта на експерти учебни материали, практически задания, тестове, критерии за оценяване. Той е помощник, консултант на учениците. Наблюдава работата на учениците, реализира обратна връзка и оценява. Учениците получават задания не с цел проверка на налични знания и умения, а за тяхното формиране. Ето защо основната форма на оценяване е т.н. формиращо оценяване.

Анкетно проучване на прилагането на компетентностния подход от учители по физика

Целта на анкетата е да се установи прилагат ли учителите по физика компетентностния подход в следните аспекти: методи и форми на работа, образователни технологии, дейности на учениците, роля на учителя, форми на оценяване.

Компетентностните методи и форми на работа, включени в анкетата са: творческа беседа, проблемно изложение, обсъждане на нови понятия, обсъждане на опита на учениците, самостоятелна работа на учениците по двойки или по групи, дискусия, учебни изследвания, учебни проекти, колективно/групово оценяване, рецензиране на работи на съученици, практически лабораторни рабо-

ти, задачи с ограничение във времето, в това число минипроекти в рамките на урока, доклади и съобщения на учениците.

Винаги се използват: *творческа беседа* (56% от учителите), *доклади и съобщения на учениците* (56% от учителите), *обсъждане на нови понятия* (67% от учителите).

Често се използват: *дискусия* (50% от учителите), *учебни проекти* (44% от учителите), *обсъждане на опита на учениците* (44% от учителите), *проблемно изложение* (36% от учителите).

Понякога се използват: *учебни изследвания* (50% от учителите), *практически и лабораторни работи* (44% от учителите), *самостоятелна работа на учениците по двойки или по групи* (42% от учителите), *рецензиране на работи на съученици* (28% от учителите), *задачи с ограничение във времето, в това число минипроекти в рамките на урока* (36% от учителите).

11% от анкетираните никога не са използвали учебно изследване в работата си. 17% от учителите никога не са прилагали колективно/групово оценяване. 22 % никога не са реализирали рецензиране на работи на съученици.

Некомпетентностните методи и форми на работа, участващи в анкетата са: лекция, разказ, самостоятелна работа на учениците с учебника, демонстрация на видеофилми, екскурзия, контролни работи, фронтална работа с учениците.

Често се използват: *фронтална работа с учениците* (42% от учителите), *контролни работи* (56% от учителите).

Понякога се използват: *демонстрация на видеофилми* (58% от учителите), *лекция* (36% от учителите), *разказ* (47% от учителите).

42% от учителите никога не са използвали урок-екскурзия.

Относно *образователните технологии*, които използват учителите равномерно се разпределят видовете образователни технологии, а именно технология на постапно формиране на знания, технология на проектното обучение, технология на проблемното обучение и информационни и комуникационни технологии. Слаб пресвек имат информационните и комуникационните технологии.

Във връзка с *видовете дейности на учениците в учебния процес* почти всички учители (32 души) прилагат индивидуална, групова и самостоятелна работа в тяхното разумно съчетаване. Много малка част използват само някои от посочените – индивидуална работа и групова работа поотделно.

Относно *ролята на учителя в процеса на обучение* преобладаващото мнение е за организатор на активна познавателна дейност (29 души), следвано от носител на знания и учебна информация (26 души).

Формите за оценяване тестове, контролни работи, фронтално изпитване се разпределят относително равномерно, като анкетираните са посочили минимум два отговора. Учителите по физика използват и трите форми като най-голям е процентът на тестовете – 36% и на контролните работи – 33%.

Само трима учители прилагат портфолиото като форма за оценяване.

56% от анкетираните учители винаги обезпечават практическа насоченост на учебния процес, а 42% понякога реализират такава.

Изводи от анкетното проучване:

Учителите по физика прилагат некомпетентностни методи и форми на работа с учениците в урока. В практиката им навлизат и компетентностните методи и форми.

56% от анкетираните учители винаги обезпечават практическа насоченост на учебния процес, което е важна характерна особеност на компетентностния подход.

Относно образователните технологии има стремеж у учителите към прилагане на технологиите, свързани с компетентностния подход, а именно: технология на проектното обучение, технология на проблемното обучение и информационни и комуникационни технологии.

80,5% от учителите виждат себе си в ролята на организатор на активна познавателна дейност, което също е свързано с прилагането на компетентностния подход в обучението.

Литература

- [1] Р. Папанчева, Динамична класна стая – концептуална рамка, *Образование и технологии*, 10 (1), 65-69, (2019)
- [2] К. Димитрова, Приложение на компетентностния подход в образованието – методи, подходи, организационни форми, методически решения, *Образование и технологии*, 11 (1), 32-35, (2020)
- [3] Х. Лехнер, Х., Д. Енгеман, *Проблемното обучение по физика*, СУ „Климент Охридски“ (1990)
- [4] В. Василев, *Рефлексията в познанието, самопознанието и практиката*, Изд. Макрос, (2006)

ДОКЛАДИ

ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Електронен модул с приложение в практическото обучение на студентите по физика в областта на автоматизацията на експеримента

Илко Русинов

Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Физически факултет

Абстракт: Практическото обучение на студентите по физика е свързано с усвояването на знания и умения за реализирането и ефективното използване на измервателни системи, основани на разнообразни експериментални методи. В много случаи последните изискват опит в областта на електрониката, включително микропроцесорната техника и програмирането. Разглежданият електронен модул предоставя възможности за сглобяване и изследване на работата на редица аналогови и цифрови устройства, отделно и в съчетание, служещи за обработка на електрически сигнали, управление на външни устройства и набиране на данни. Той включва аналогов блок, съдържащ дискретни компоненти, операционни усилватели, компаратори, аналогови ключове. С тези ресурси могат да се реализират усилватели, филтри, аналогови запомнящи устройства, дискриминатори и др. Логическият блок се състои от два 16-битови микроконтролера, две програмируеми интегрални схеми от тип CPLD и FPGA, интерфейсни схеми, статична памет и др. Организиран са вградени интерфейси за многократно препрограмане и конфигуриране на програмируемите схеми. В доклада се обсъждат ресурсите за програмиране и симулиране на работата на логическите схеми и се илюстрират някои от възможностите за поставяне на практически упражнения. Такива са например схеми за генериране и обработка на сигнали, преброители на импулси, интервални таймери, аналогово-цифрово преобразуване и преобразуване време-код, канали за сериен и паралелен обмен на команди и данни между схемите на модула и с външен компютър по стандартен сериен интерфейс.

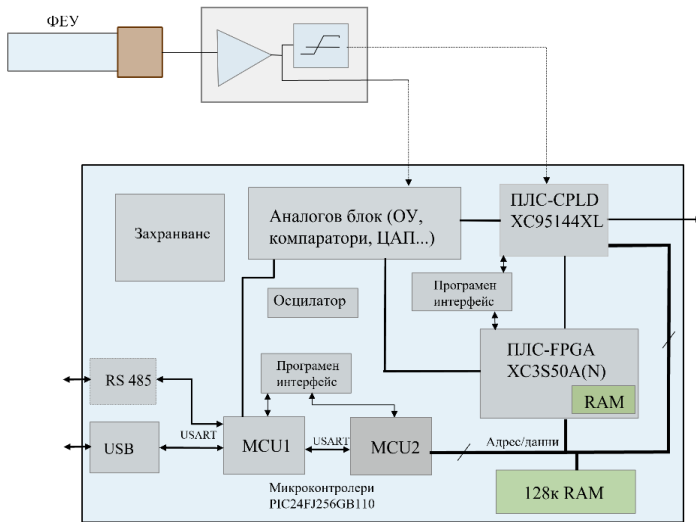
Изложение

Блок-схемата на разглеждания модул е дадена на Фигура 1. Модулът може да се изпълни отделно или в стандарт NIM и получава външно стабилизирано електрическо захранване $\pm 8V$ до $\pm 15V$, което се използва директно от някои от аналоговите схеми. Вградени регулатори изработват по-ниски напрежения нужни за цифровите схеми. Два 16-битови микроконтролера (Microchip, PIC 24FJ256GB110) осигуряват управлението на ресурсите и сериен обмен на данни помежду им и с външен компютър. Предвидено е използването на интерфейсни схеми-транслатори между стандарта USART и стандартите RS485 и USB. Програмируемите логически интегрални схеми (ПЛС, Xilinx, XC95144XL, CPLD, и XC3S50A (AN), FPGA, и статичната RAM памет (CY62128) са свързани с единия от микроконтролерите чрез паралелен интерфейс с 8-битова шина за данни. Микроконтролерите и програмируемите схеми се програмират/конфигурират със съответни програматори по специализиран и JTAG интерфейс. Цифровите схеми предоставят възможности за изграждане на широк клас логически устройства, генератори на разнообразни импулсни поредици, преброители на импулси, включително многоканални по време преброители, системи за натрупване и обработка на данни. Аналоговият блок съдържа операционни усилватели, бързи компарато-

ри, аналогови ключове, цифрово-аналогов преобразувател и др. С ресурсите на аналоговия блок могат да се изградят линейен импулсен усилвател, интегрални и диференциални дискриминатори, аналогови запомнящи устройства, генератори на ток, филтри и др.

Предвид различните варианти за използване и съчетаване на цифровите и аналоговите функции, модулт е приложим за обучение на студентите в експериментални умения. Основни езици за програмиране на схемите могат да бъдат Асемблер и VHDL. Първият дава възможност за вникване в логиката, по която работи микропроцесорът и позволява създаването на високо-ефективен код, а вторият е програмен език на високо ниво с голяма производителност и универсалност. Интегрираните среди за разработка MPLAB (Microchip) и IDE(Xilinx) дават възможност и за симулиране на работата на схемите съобразно заложената в тях програма или конфигурация.

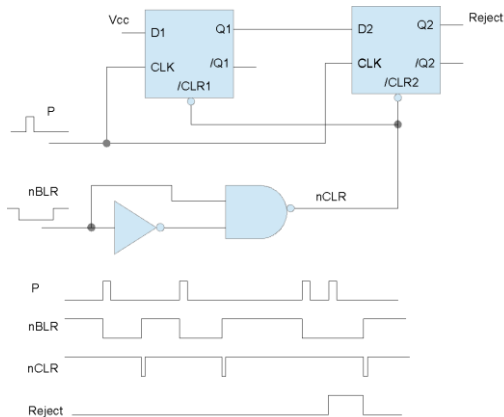
Фигура 1 илюстрира възможно съчетание на модула с детектор на оптично лъчение или със сцинтилационен детектор. Възможни са варианти с изграждане на диференциален дискриминатор и преброятел на импулси в прозорец или многоканално аналогово-цифрово преобразуване и построяване на амплитуден спектър, използвайки статичната памет (отделната схема или вградената в FPGA памет).



Фиг. 1. Блок-схема на експерименталния модул.

Пример за приложение на програмируемите схеми е даден на Фигура 2. Тя показва един опростен вариант на режектор на насложени импулси. Това устройство работи в импулсните усилватели използвани в ядрено-физичните, а също и в други експерименти и може лесно да се вгради и в двете програмируеми схеми. Импулсите Р представят скъсените импулси от детектора, преди да бъдат окончателно формирани, а nBLR имат ефективната продължителност на импулсите след формирането. Сигнал Reject се изработва от схемата, когато има засъпяване, т.е. когато разстоянието по време между формираните импулси е по-

малко от тяхната ефективна продължителност. Фигура 3 показва част от програмен текст – възможен вариант на описанието на схемата на режектора на езика VHDL.



Фиг. 2. Режектор на насложени импулси.

```

architecture Behavioral of
PU_Rejector is
signal Q1, Q2, nCLR: std_logic;
begin -- architecture
process (P,nBLR,nCLR)
begin
if nCLR='1' then
if rising_edge(P) then
Q1<='1';
if Q1='1' then
Q2<='1';
end if;
end if;
else
Q1<='0';
Q2<='0';
end if;
if Q1='1' then
if rising_edge(nBLR)
then
nCLR<='0';
end if;
else
nCLR<='1';
end if;
end process;
Reject<=Q1;
end Behavioral;

```

Фиг. 3. Режектор. Описание чрез VHDL.

Фигури 4-8 илюстрират практически проект, създаващ импулсен генератор с равномерно разпределение на амплитудите на импулсите. Подобни генератори се използват при изпитването за линейност на спектрометрична апаратура, измерваща амплитудните спектри на импулсите произвеждани от детекторите на лъчения. Основен елемент от цифровата част на импулсия генератор е генераторът на псевдослучайна последователност, конфигуриран в интегралната схема FPGA. Той се получава на базата на 39-битов преместващ регистър, снабден с обратна връзка, подаваща на входа (най-младшия бит) комбинация „изключващо

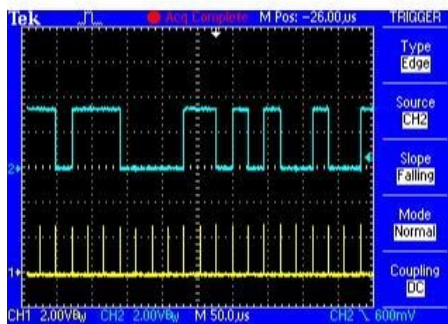
ИЛИ“ на два по-старши бита (Фигура 4).

```

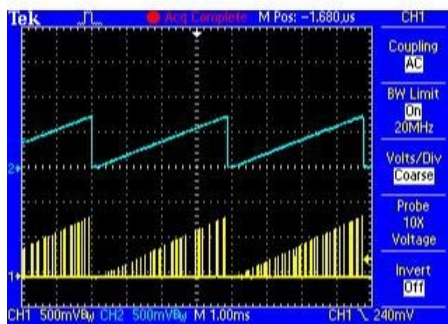
if rising_edge(Osc1) then
for i in 38 downto 1 loop
Shift_Reg(i)<= Shift_Reg (i-1);
end loop;
Shift_Reg (0) <= Shift_Reg (38) XOR Shift_Reg (33);
end if;

```

Фиг. 4. Преместващ регистър с обратна връзка.



Фиг. 5. Генериране на псевдослучайна последователност (CH2); тактови импулси (CH1).



Фиг. 6. Изходни аналогови импулси (CH1); периодично линейно-изменящо се напрежение (CH2).

Фигура 5 показва входната тактова поредица и изходните сигнали на генератора на псевдослучайна последователност. Положителните преходи в изходния сигнал се използват от цифров моновибратор, конфигуриран също в FPGA, за получаване на импулси, които управляват аналогов ключ. Последният изработва изходни аналогови импулси с равномерно разпределение на амплитудата в определен интервал от стойности, на базата на периодично линейно-изменящо се входно напрежение, както е показано на Фигура 6. Фигура 7 показва амплитуден спектър, получен от многоканален анализатор с 12-битов аналогово-

цифров преобразувател, при обработване на импулси от генератора. Наблюдава се равномерно разпределение по канали, съответно добра интегрална и диференциална нелинейност на преобразуването. На Фигура 8 са дадени в съчетание равномерен спектър и спектрална линия, получена от входни импулси с фиксирана амплитуда: резултат от допълнителна конфигурация на програмируемата схема.



Фиг. 7. Амплитуден спектър (1).



Фиг. 8. Амплитуден спектър (2).

Заключение.

В изложението беше описан електронен модул, съдържащ аналогова и цифрова част, който може да се използва в помощ на обучението на студентите по физика в областта на автоматизацията на експеримента. В допълнение бяха илюстрирани някои от възможностите за поставяне на практически експериментални задачи с използване на програмируемите схеми в модула.

Твърди полимерни йонни електролити с наночастици от графенов окис

*Тодор Е. Влахов, Йордан Г. Маринов, Георги Б. Хаджихристов
Институт по Физика на твърдото Тяло „Акад. Георги Наджаков“, Българска
Академия на Науките, Бул. „Цариградско шосе“ 72, 1784 София, България*

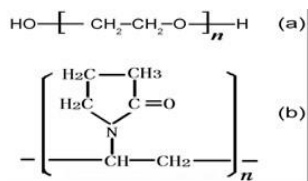
Абстракт: Представяме изследване на нови полимерно-базирани йонни нанокompозитни електролити, посредством комплексна електрична импедансна спектроскопия (EIS). Такива тънкослойни електролити са синтезирани от полиетиленов окис (PEO) и поливинил-пиролидон (PVP), с добавка на йонно неорганично съединение NaIO_4 и наночастици от графенов окис (GO). Тези Na^+ -проводящи полимерни нанокompозитни материали представляват интерес за приложение в мини-мобилни устройства за съхранение на енергия и други електрични и диелектрични приложения. Чрез техниката отливка от разтвор, такива твърди електролити са приготвени във форма на тънки филми с дебелина 150 μm . Получените резултати показват значително увеличаване на йонната проводимост на йон-полимерните електролити PEO/PVP/ NaIO_4 с добавяне на GO наночастици. Включването на 0.6 тегловни % наночастици GO води до йонна проводимост на PEO/PVP/ NaIO_4 /GO, която е с повече от един порядък по-голяма от йонната проводимост на електролитната система PEO/PVP/ NaIO_4 , при стайна температура. Това показва, че синтезираните нанокompозитни твърди полимерни електролити с GO нанодобавки са обещаващи за Na^+ -електролитни приложения.

Увод

Изследванията върху твърди полимерни електролити са получили голямо внимание поради техните приложения в електрохимични устройства като твърдотелни акумулаторни батерии, суперкондензатори, електрохромни дисплейни устройства, полимерна електроника, мехатроника и др. [1]. Такива йоннопроводими материали се приготвят, използвайки различни полимерни матрици за постигане на висока проводимост, термична и механична стабилност [2]. Полимерните електролити на основата на PEO (полиетилен оксид) (**Фиг. 1**) представляват актуален интерес поради високата им енергийна плътност и способност за комплексиране и дисоциация на йони. Това осигурява висока подвижност на носителите на заряд и стабилни химични свойства. В момента производствената им технология е добре развита, като се използват различни наноразмерни неорганични и органични пълнители [3–8]. По този начин може да се получат перспективни многофункционални нанокompозитни материали [6,8]. Поливинилпиролидонът (PVP) (Фиг. 1) е съвместим партньор на PEO. PVP има добра механична и термична стабилност. Смесването на PEO с PVP намалява степента на кристалност на полимерната матрица, като по този начин повишава йонната проводимост.

В настоящата работа представяме електролитната система PEO/PVP/ NaIO_4 дотирана с наноразмерен графенов оксид (GO). Вкарването на подходящи наночастици в подходяща полимерна матрица може значително да подобри електрическата ефективност на полимерните нанокompозити, без да се губи при това механичната якост на материала. Както се знае, това се дължи на

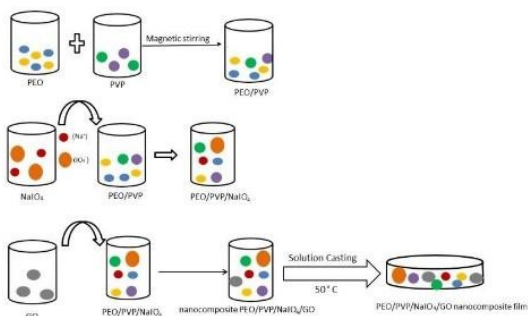
специфични междуповърхностни взаимодействия между наночастиците и полимерните вериги. Тези взаимодействия са на нанониво и са синергитични, т.е. дават принос за усилване на свойствата.



Фиг. 1. Молекулна структура на (a) poly (ethylene oxide) (PEO); (b) polyvinyl pyrrolidone (PVP).

Експеримент

РЕО и РVP с молекулни тегла съответно 5×10^6 и 3.6×10^5 (Aldrich) бяха набавени и използвани без допълнително пречистване за приготвяне на твърди смесени електролити РЕО/PVP. Като добавки бяха използвани солта Натриев метапериодат (NaIO_4 , Aldrich) и графенов оксид (GO). Нанокompозитните филми бяха синтезирани чрез техника на отливане от разтвор (**Фиг. 2**).



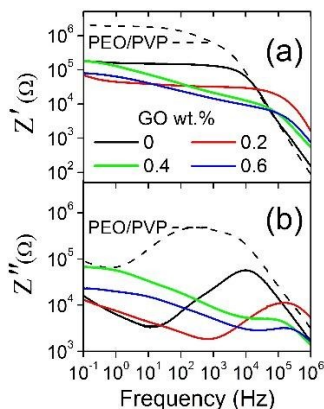
Фиг. 2. Получаване на нанокompозитни полимерни електролитни филми.

Подходящи количества от мономерите РЕО и РVP (70:30 тегловни %) бяха разтворени в метанол. Следва механично разбъркване при стайна температура в продължение на 15 часа, за да се получи еднородна смес. Междувременно солта NaIO_4 се разтваря отделно в метанол и този разтвор се добавя към приготвения вискозен полимерен разтвор на РЕО/PVP, за да се получи полимерният комплекс РЕО/PVP/ NaIO_4 , където концентрацията на NaIO_4 е 10 тегловни %. Установено е, че съставът РЕО:РVP: $\text{NaIO}_4 = 63:27:10$ е оптимален за електролитната функция на този композит [9]. Наноразмерният GO беше включен в три концентрации: 0,2; 0,4 и 0,6 тегл.%. Средният размер на GO наночастици е 5 μm , дебелината им е ~ 2 nm (дадена от производителя). Наночастиците бяха диспергирани отделно в разтвор на метанол. След това сместа се хомогенизира с ултразвук в продължение на 30 минути. Получената смес се добавя към РЕО/PVP/ NaIO_4 за получаване на нанокompозитен електролит РЕО/PVP/ NaIO_4 /GO. Приготвените вискозни разтвори РЕО/PVP/ NaIO_4 /GO се изсипват в плосък петри и разтворителят (метанол) се оставя да се изпари бавно при стайна температура. Крайните продукти от

свободно стоящи полимерни електролитни филми се сушат при температура и вакуум (45°C , 10^{-3} mbar), за да се премахнат следите от разтворителя. Филмите се поставят в ексикатори със силикагел, за да се избегне овлажняването им. Получените образци имат дебелина около $150\ \mu\text{m}$. За измерване на йонната им проводимост, твърдите полимерни електролитни филми бяха поставени между два медни електрода с диаметър 1 cm . Изследванията бяха проведени при температура 27°C чрез електрохимична импедансна спектроскопия с апарата SP-200 (Bio-Logic Science Instruments), в честотният спектър $0.1\text{ Hz} - 1\text{ MHz}$. По време на измерванията амплитудата на приложеното напрежение беше $0.5\text{ V}_{\text{RMS}}$.

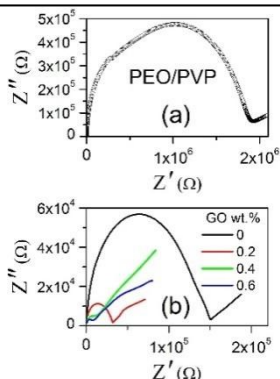
Резултати

Чрез електрохимична импедансна спектроскопия (EIS), едновременно се измерват реалните (Z') и имагинерните (Z'') части на електрическия импеданс (Фиг. 3).



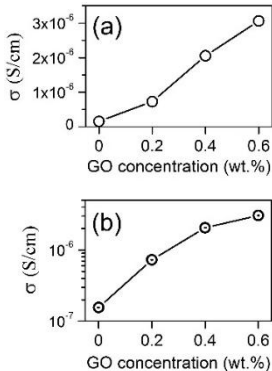
Фиг. 3. Честотни спектри на реалната (Z') и имагинерната (Z'') части на комплексният електрически импеданс на системата PEO/PVP/NaIO₄/GO. Импедансните спектри на сместа PEO/PVP при същото съотношение на състава (PEO:PVP = 70:30 тегл.%) са представени за сравнение (пунктирани линии).

Фиг. 4 представя зависимостта на имагинерната част на импеданса Z'' спрямо реалната част Z' (Nyquist графика). За всички изследвани проби са демонстрирани добре дефинирани полукръгове, приписвани на наличието на еквивалентен електрически контур, състоящ се от паралелно включени обемно съпротивление и обменен капацитет. В представената графика пресичането на полукръга с Z' определя стойността на обемното съпротивление R_B .



Фиг. 4. Nyquist графики за а) PEO/PVP; б) PEO/PVP/NaIO₄/GO при различни концентрации на GO.

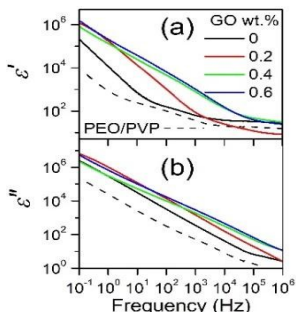
Изчислена е йонната проводимост (σ) на пробите според съотношението $\sigma = d / (A * R_B)$, където d и A са дебелината на пробата и площта на електродите (т.е. електрически активната площ на електролитния филм). Йонната проводимост, изчислена по този начин при стайната температура за електролитен филм PEO/PVP/NaIO₄ (10 тегловни %), е $1.57 \cdot 10^{-7}$ S/cm [9].



Фиг. 5. Йонна проводимост (σ) при стайна температура на изследваните полимерни електролитни нанокоспозити PEO/PVP/NaIO₄/GO спрямо концентрацията на наноразмерния GO.

Чрез увеличаване на концентрацията на наночастиците се увеличава стойността на йонната проводимост на нанокоспозита PEO/PVP/NaIO₄/GO, която достига максимум от 3×10^{-6} S/cm при 0,6 тегловни % GO (Фиг. 5). Установено е покачване на йонната проводимост с повече от един порядък (около 12 пъти). То се дължи на добре познатия ефект на взаимодействия на наночастиците с полимерните вериги, в конкретния случай, с определените функционални групи на полимерите PEO и PVP [10,11]. Добре известно е, че такива взаимодействия подобряват аморфността и гъвкавостта на полимерната матрица. Този ефект води до увеличаване на сегментната подвижност на полимерните вериги, усилва под-

вижността на носителите на заряд и води до значителното покачване на йонната проводимост.



Фиг. 6. Зависимите от честотата реални (а) и имагинерни (б) части на диелектричната проницаемост на електролита PEO/PVP/NaIO₄/GO. Спектрите на смес PEO/PVP при същото съотношение (PEO:PVP = 70:30 тегл.%) са дадени за сравнение (пунктирани линии).

Спектрите на реалната (ϵ') и имагинерната (ϵ'') части на диелектричната проницаемост на изследваните нанокomпозити PEO/PVP/NaIO₄/GO са представени на **Фиг. 6**. Те са изчислени от техните импедансни характеристики (уравнения 1 и 2):

$$\epsilon' = -\frac{Z''}{\omega C_0(Z'^2 + Z''^2)} \quad (1)$$

$$\epsilon'' = \frac{Z'}{\omega C_0(Z'^2 + Z''^2)} \quad (2)$$

където C_0 е капацитета на еквивалентен кондензатор във вакуум ($C_0 = \epsilon_0 A/d$); $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ F/m е диелектричната проницаемост на свободното пространство; $\omega = 2\pi f$ е ъгловата честота (f е честотата на приложеното електрическо поле). Диелектричните свойства представляват интерес, тъй като те определят способността на диелектричния материал да съхранява електрическа енергия. Известно е, че увеличаването на диелектричната проницаемост при ниска честота е свързано с ефекта на поляризация на електрода (наличието на противоположни свободни заряди на интерфейса електрод-електролит) [12]. В настоящото изследване е установено, че дотирият с GO полимерен електролит PEO/PVP/NaIO₄ показва значително подобрена диелектрична реакция в сравнение с недотирият електролит.

Заклучения

В сравнение с недотирият електролит PEO/PVP/NaIO₄, се наблюдава значителното увеличаване на йонната проводимост и на диелектричната проницаемост на нанокomпозита PEO/PVP/NaIO₄/GO. Това се дължи на повърхнинни взаимодействия между наночастиците GO и определени функционални групи на двата полимера PEO и PVP. Наночастиците от GO оказват синергично действие,

дължащо се на интерфейсни ефекти на наноповърхностите. При 0.6 тегл.% GO, нарастването на йонната проводимост на PEO/PVP/NaIO₄/GO може да достигне 12 пъти. Това показва, че изследваният полимерен нанокомпозитен йонен електролит PEO/PVP/NaIO₄/GO е обещаващ за приложения в органичната електроника, електрохимични клетки и натриево-йонни батерии.

Благодарности: Работата е подпомогната от Националната програма на МОН „Млади учени и пост-докторанти 2“ одобрена с РМС 206/07.04.2022г.

Литература

- [1] C. Sequeira and D. Santos *Polymer Electrolytes: Fundamentals and Applications* (Cambridge, UK: Woodhead Publ) (2010)
- [2] F. M. Gray *Solid Polymer Electrolytes: Fundamentals and Technological Applications* (New York: VCH) (1991)
- [3] F. Croce, G. B. Appetecchi, L. Persi and B. Scrosati *Nature* 394 456 (1998)
- [4] C. Tang, K. Hackenberg, Q. Fu, P. M. Ajayan and H. Ardebili *Nano Lett.* 12 1152 (2012)
- [5] D. J. Kim, M. J. Jo and S. Y. Nam *J. Industr. Engin. Chem.* 21 36 (2015)
- [6] S. A. Suthanthiraraj and M. Johnsi *Ionics* 23 2531 (2017)
- [7] M. Jawaid and M. M. Khan *Polymer-based Nanocomposites for Energy and Environmental Applications (Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering)* (Amsterdam, The Netherlands: Elsevier) (2018)
- [8] D. Nunes, A. Pimentel, L. Santos, P. Barquinha, L. Pereira, E. Fortunato, R. Martins *Metal Oxide Nanostructures: Synthesis, Properties and Applications* (Amsterdam, The Netherlands: Elsevier) (2019)
- [9] H. K. Koduru, L. Marino, F. Scarpelli, A. G. Petrov, Y. G. Marinov, G. B. Hadjichristov, M. T. Iliiev, N. Scaramuzza *Curr. Appl. Phys.*, 17, 1518-1531 (2017)
- [10] H. K. Koduru, F. Scarpelli, Y. G. Marinov, G. B. Hadjichristov, P. M. Rafailov, I. K. Miloushev, A. G. Petrov, N. Godbert, L. Bruno and N. Scaramuzza *Ionics* 24 3459 (2018)
- [11] H. K. Koduru, L. Bruno, Y. G. Marinov, G. B. Hadjichristov and N. Scaramuzza *J. Solid State Electrochem.* 23 2707 (2019)
- [12] F. Kremer, and A. Schönhals *Broadband Dielectric Spectroscopy* (Berlin: Springer) (2003)

Фундаментални изследвания на разпределението и еволюцията на „космическите отпадъци“ около Земята

Алексей Стоев¹, Пенка Мъглова¹, Огнян Огнянов¹, Мина Спасова²

¹Институт за космически изследвания и технологии при БАН

²Институт по философия и социология при БАН

Абстракт: Разгледани са перспективите в разработването на нови ефективни подходи за кардинално решаване на проблема с „космическите отпадъци“. Те са особено обещаващи в следните области:

- Разработване на прогностични модели на еволюцията на основното население „космическите отпадъци“;

- Създаване на уникални възможности (средства, методи и кадрови потенциал) на научни институции от фундаментален профил за решаване на проблема с откриването и мониторинга на голяма част от „космическите отпадъци“;

- Разработване на нови физически подходи за решаване на проблема с утилизацията на ОКП от „космически отпадъци“;

Показано е, че задачата за изучаване и париране на заплахата, свързана с проблемите на мониторинга и утилизацията на „космическите отпадъци“, както и други космически заплахи, трябва да бъде решена на системно ниво.

1. Космическите отпадъци като обект на научни изследвания

Техногенното замърсяване на околоземното космическо пространство (ОКП) е особено актуален проблем на съвременния етап. Той заема първостепенно място в списъка на космическите заплахи, в който са астероидно-кометната опасност, проблемът с екстремумите на „космическото време“, био-риска от въвеждане на планетарна карантина и др. Това дава сериозна значимост на проблема, свързан с тоталната космизация на човешката цивилизация в първата половина на XXI век.

Понятието „космически отпадък“ (КО) обикновено се отнася за всички неизползвани изкуствени обекти, намиращи се предимно в околоземното космическо пространство (ОКП). Те включват повредени изкуствени спътници на Земята (ИСЗ), изразходвани степени на ракети, както и фрагменти, образувани при тяхното разпадане и сблъсък. Всичко тези обекти са опасен фактор, влияещ върху функционирането на космическите спътници и орбитални групировки. Основната опасност от космически отпадъци е заплахата от сблъсъци с пилотирани космически кораби, в резултат на което последните могат да бъдат разрушени. Друга опасност, причинена от КО е свързана с падането върху нашата планетата на големи спътници или части от тях. Особено резонансни са паданията, придружени със заплахата от химическо замърсяване, създаване на значителни зони покрити със силно токсично ракетно гориво, както и падания на ИСЗ с ядрени източници на енергия на борда.

Проблемът с космическите отпадъци се счита за основен вид космическа опасност. Поради това, този проблем придобива фундаментален характер и на него са посветени голям брой научни работи. Основната задача днес е задълбочено изследване на факторите и процесите, които съставляват същността на проблема, както и значението му за устойчивото развитие на човечеството. В същото

време най-важната задача на приложната наука е навременното идентифициране на преки заплахи, свързани с КО, надеждна оценка на риска и разработване на методи за противодействие. Това превръща проблемът с КО в един от най-важните научни проблеми, пред които е изправено човечеството днес.

Обща информация за космическите отпадъци:

Разпределение на КО по размер: I 0,1–1 см II 1–10 см III >10 см

Брой обекти на всички височини: I 30 млн II 900 000 III 34 000

Както се вижда, броят на опасните тела и съоръжения в околоземното пространство вече се измерва в милиони. Приета е сравнителна класификация на КО по размер, възможните последствия от сблъсъци, както и съществуващите методи за защита на космонавтите в космическите кораби. Данните за КО се актуализират в непрекъснат режим. Както се вижда от данните, броят на обектите, потенциално способни да извадят от строя работещ автоматичен космически кораб или пилотиран космически кораб, достига много стотици хиляди. При това, броят на КО непрекъснато се увеличава. Основният принос за това е извездането от Съединените щати, Китай, Русия и други страни на все повече ИСЗ. Динамиката на нарастване на броя на големите обекти от космически отпадъци, които се проследяват в системата за непрекъснат мониторинг е огромна.

Понякога има намаляване на броя на КО, което се дължат на факта, че за по-ниските орбити работи ефективен механизъм за самопочистване. За най-ниските орбити от 200 км времето за напускане на орбитата се измерва в дни или седмици. Но за орбити с височина около 400 км, времето за излизане от орбитата на големи обекти е няколко години, а на височини от 800 и повече километри космически кораб може да съществува десетки и стотици години. Това показва, че механизма за самопочистване в ОКП има слаб ефект. Освен това в близко бъдеще се очаква рязко увеличаване на изстрелванията на комуникационни „сътвездия“ от космически кораби (OneWeb, Samsung, Boeing, SpaceX, SPHERE и др.) с общия брой новоизстреляни десетки хиляди спътници и ситуацията с увеличаването на броя на опасните обекти за космическите кораби ще стане още по-сериозна.

Невъзможно е да се открият и провежда непрекъснат мониторинг на всички малки (но все пак опасни!) обекти от облака на КО. За анализ на тяхната еволюция се използват модели, които описват структурата и динамиката на популацията им. Особено важен елемент от такива модели е описанието на процеса на автогенерация на КО поради сблъсъци. Най-обсъжданият сценарий на този процес е описан в края на XX век от експертът на НАСА Д. Кеслер. Според най-лошия вариант от този сценарий, когато се превиши определена критична концентрация от космически отпадъци, процесът на самовъзпроизвеждането им започва да се ускорява. Това заплашва тотално цялата космическа инфраструктура и дейност.

Дефиницията на космическите отпадъци, дадена в началото на статията е утвърдена, но тук би било по-правилно да се използва по-точен термин – „техногенни космически отпадъци“. Всъщност в ОКП постоянно присъстват и естествени отпадъци, които също представляват известна опасност за работещите КА. Всъщност, обозначавайки техногенния характер на отпадъците в Космоса, терминът „отпадъци“ (на английски debris) е бил въведен и все още се използва в структурните изследвания и еволюцията на популацията на малки тела в Слънчевата система. Там терминът „диск от отпадъци“ означава околозвезден диск,

съставен от прах и скалисти отпадъци – „строителни отпадъци“, останали от ранните етапи на формиране на планетната система. Този естествен компонент (естествени космически отпадъци) винаги съществува като компонент на естествената среда около планетите. В ниски орбити, както и в други области на концентрация на ИСЗ (например в зоната на геостационарни спътници), потокът от частици от техногенни космически отпадъци надвишава естествения компонент на средата. Но в други области на околоземното пространство, той може да бъде доминиран от потока от обекти с естествен произход (метеороиди, микрометеороиди, междупланетен прах). Така съотношението на потока изкуствени и естествени отпадъци зависи от мащабите на разглежданата област. Както показва анализът на микрократерите на повърхността на слънчевите панели на телескопа Хъбъл, поток от много малки (микронни) частици, състоящи се главно от алуминиев оксид (резултат от използването на твърдо гориво при космическите полети), в орбитата на телескопа надвишава потока на междупланетен прах. За частици със среден размер, т. н. микрометеороиди броят на ударите почти се изравнява с тези от техногенните отпадъци. Такива сблъсъци, които дори не водят до разрушаване на стените или панелите на космическия кораб, причинявайки щети, подобни на пясъкоструйка. Това обаче, е особено вредно за слънчевите панели и оптиката на устройства за проследяване на навигационни звезди и научни инструменти. Всички те не могат да бъдат покрити със защитни материали, поради естеството на тяхното предназначение. Естествените космически отпадъци са съществували и ще продължат да съществуват през целия живот на планетата Земя.

Техногенните космически отпадъци са се образували, образуват се и ще се образуват в резултат на космическата дейност на човечеството. Проблемът с космическите отпадъци все още е далеч от решение. Ние сме в етап на интензивно изучаване на това, и ролята на науката тук е особено значима и комплексна. Има три основни области на изследване и работа по проблема за КО: а) откриване и наблюдение на обекти от състава на облака от КО, б) оценка на риска и в) разработване на методи за предотвратяване на свръхконцентрации на КО в околоземното пространство. Тези области са формулирани като типични приложни, но във всяка от тях ролята на фундаменталните изследвания е изключителна, макар и не винаги очевидна.

2. Откриване и наблюдение на обекти от космически отпадъци

В момента, като основно средство за откриване и наблюдение на космически отпадъци се използват радари и оптични инструменти. За субмилиметрови и микронни размери на частиците от облака на КО, основното средство за регистрацията им са т. н. сензори за сблъсък. В милиметровия диапазон няма средства за наблюдение на космическите отпадъци и дори сензорите за сблъсък са неефективни поради малкия брой такива събития по отношение на ефективната площ на детектора. Обектите на КО могат да бъдат проследявани на ниски орбити със съвременни радари за размери от 1 см и дори по-малки, обаче, те много лесно се губят поради трудността да се проследи тяхната орбитална еволюция. За по-високи орбити са ефективни само оптичните средства за наблюдения. Долният праг на размерите на КО за откриване с такива средства е 5–30 см, в зависимост от височината на орбитите им.

Най-изчерпателната гама от технологични възможности за откриване и

наблюдение на космически отпадъци имат САЩ. Основната програма за наблюдение КО се осъществява от специално управление на НАСА (NASA Orbital Debris Program Office, Програма за наблюдения на орбитални отпадъци на НАСА), която управлява голям брой специализирани наблюдателни пунктове и инструменти. Сред тях са: Обсерваторията за орбитални отпадъци на НАСА, чийто основен инструмент е живачен телескоп с апертура 3 m (NASA-LMT); Стратегическо командване на САЩ (USSTRATCOM, United States Strategic Command); интегрираните към тях центрове за наблюдение на ИСЗ и КО на Европейския съюз. Съвместните им наблюдения, използващи наземни радарни, телескопи, лазерни далекосмери, както и космически телескопи генерират актуални данни и поддържат каталог на известните орбитални обекти. Широко разпространено е използването на радар TIRA, EISCAT (Европа), Goldstone, Haystack и радар с фазирана решетка антенна решетка CobraDane (САЩ). Също така е създадена космическа система за наблюдение на орбитални отпадъци, включително, наблюдения на КО от базирани на сателити SBV, BLOCK 10, ORS5, GSSAP (САЩ), NEOSSAT, SAPHIRE (Канада) оптични и радарни инструменти.

Както беше отбелязано по-горе, изследването и наблюдението на космическите отпадъци от естествен произход се извършва главно чрез метода на записване на удари от метеороиди, с използването на сензори, инсталирани на ИСЗ. Сензорите позволяват да се изследва плътността на потока на много малки частици с маса $10^{-5} \dots 10^{-15}$ грама. Изследователите по света са натрупали много опит в регистрирането на такива частици, разработват се и нови, по-точни методи, базирани на изучаването на физиката на високоскоростния удар.

За да се оцени риска свързан със заплахата от сблъсък на обект от облака на КО с изкуствен събитник на Земята, се определя вероятността за сблъсък и неговите последици за даден космически кораб. Изчисляването на вероятността от конкретен сблъсък изисква добро познаване на орбиталните елементи на двата обекта. Като правило, за повечето космически кораби, точността на определянето на позицията им в орбита в геоцентрична правоъгълна координатна система е няколкостотин метра. Ясно е, че изчисляването на вероятността от сблъсъци на обекти, чиито размери са на порядък с по-малки стойности е трудна задача. Особено трудно е да се предвиди с висока точност движението на обекти със сложна форма, напр. обекти с голямо съотношение площ – маса.

Изследването на последствията от сблъсъци с високи скорости е сериозен научен проблем, свързан с физиката на високоскоростния удар. Въпреки огромния брой лабораторни експерименти, проведени в различни страни, все още не могат да се разработят ефективни препоръки за намаляване на вредните ефекти от сблъсъка.

3. Заключение

Проблемът с космическите отпадъци в околното космическо пространство е фундаментален и многостранен. Неговото решение включва съвместна работа на водещи световни и национални изследователи от приложен и фундаментален профил. Въпросите, които привличат вниманието на учените и изискват интердисциплинарен подход, включват участието на физици, геофизици, механици, балистици, специалисти по материали, специалисти по работа с големи бази данни и др. Трябва да отбележим и важната роля на експертите по космическо право при решаването на редица правни проблеми, произтичащи от

сблъсъците на орбита. Най-важните задачи пред научната общност на съвременния етап са:

1. Определяне на характеристиките на разпространението на природните и техногенните КО в ОКП и зависимостта на това разпределение от различни условия и фактори (влизане в метеорни потоци, слънчева активност, пресичащи се орбити и др.).

2. Създаване на модели на популацията от КО и ситуационен анализ на условията за реализиране на „синдрома на Кеслер“.

3. Привличане на технологии и средства за наблюдение, използвани в астрономията: методи за наблюдение на много слаби обекти (например малки космически кораби), методи за точно прогнозиране на движението на обекти със сложна форма, методи за възстановяване на изображения на космически обекти и др.

4. Разработване на динамични модели на високата атмосфера.

5. Усъвършенстване на теорията и експеримента на физиката на високоскоростните удари.

6. Физика и химия на разрушението на материали под въздействието на космически фактори.

7. Нови принципи за отстраняване на отработени изкуствени спътници на Земята и космически кораби.

8. Усъвършенстване на физиката на взаимодействие на ИСЗ и КО с високата атмосфера на Земята.

9. Нови подходи към утилизацията на КО (нови принципи, ориентирани към бъдещето използване на КО като вещество в двигатели на бъдещи космически кораби, източник на ценни метали).

10. Разработване на нови технологии за работа с големи бази данни (BigData) за решаване на проблемите с еволюцията на облака от КО.

11. Изучаване на проблема с КО върху други тела на Слънчевата система (космически отпадъци в околнунното пространство и на Луната, отпадъци, които се появяват по време на разработването на космически ресурси и в отразяването на астероидна опасност и др.).

12. Ролята на фактора КО в моделите за устойчиво развитие на космическите дейности на Цивилизацията.

Трябва да се има предвид, че някои от изброените задачи не са споменати по-горе в статията, поради ограничения в обема. Други важни теми не са включени в списъка, защото такива са предпочитанията на авторите. Основният извод, който може да се направи е, че за ефективно решаване на проблема с „космическите отпадъци“ е необходима сериозни „връзки“ с фундаменталната наука.

Ентропия, възобновяеми източници на енергия и опазване на околната среда

*Пламен Савов, Майя Вацкичева
МГУ „Св. Иван Рилски“*

Абстракт: Концепцията за устойчиво развитие на световната икономика предполага нарастване на благосъстоянието на нациите, без това да води до замърсяване на околната среда. Увеличаването на ръста на производство най-често означава и нарастване на количествата използвана енергия. В бакалавърската и магистърската степени на обучение в МГУ разглеждаме различни аспекти на този проблем от физична гледна точка, като използваме законите за запазване на енергията и за нарастване на ентропията. Запознаваме студентите със смисъла на понятието „качество на енергията“ и неговото отношение към ефективното използване на различните видове енергия – електрическа, топлинна и т.н. В магистърския курс „Атмосфера и околна среда“ е отделено специално внимание на възобновяемите източници на енергия, като се спираме по-конкретно на принципите на работа на фотоволтаиците и ветрогенераторите. В часовете за семинарни упражнения студентите се опитват да оценят спестените емисии на вредни газове и фини прахови частици (ФПЧ) при единица произведена енергия от възобновяеми източници на енергия в сравнение с класическите горива. За целта се използват данни от различни източници, включително и от проведени от самите тях или техните преподаватели полеви измервания на ФПЧ. По този начин бъдещите инженери получават екокомпетентност на професионално ниво, необходима за устойчивото развитие на нацията.

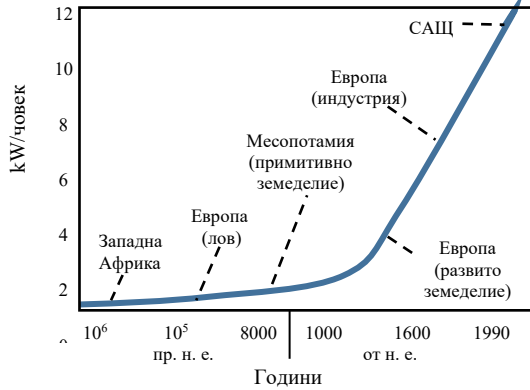
1. Увод

Устойчивото икономическо развитие е организиращ принцип, осигуряващ на човечеството възможност да разработва своя потенциал във всички сфери на човешкото битие, като едновременно с това запазва живота и многообразието на екосистемите на планетата. Устойчивото икономическо развитие е необходимо и достатъчно условие, за да може човекът и цялото човечество да живеят дълго и достатъчно добре [1].

Нарастването на темповете на производство изисква използване на все по-големи количества енергия. Основните енергийни източници на съвременния етап са все още от т. нар. невъзобновяеми ресурси на планетата, което значи че в близко бъдеще те ще се изчерпят [2]. Освен това, те се характеризират с това, че при тяхното изгаряне се отделят съществени количества вредни вещества [3]. Ето защо в последните десетилетия усилено се разработват и внедряват възобновяеми източници на енергия – фотоволтаици, ветрогенератори, биогорива и др. За да има по-висока ефективност и по-малко вредни емисии, освен разработването на алтернативните източници на енергия, сериозно внимание се отделя и на увеличаването на коефициента на полезно действие при извличането, трансформацията и изразходването на различните видове енергия при производствените процеси.

2. Енергия и продължителност на живота

Преди милиони години първобитният човек е използвал едва 2000-2500 kcal на ден, получавайки енергия само от храната си. След овладяване на огъня нашите предци са разполагали с 4-5 пъти повече енергия (Фиг. 1).



Фиг. 1. Промяна в количеството консумирана от един човек мощност от древността до наши дни.

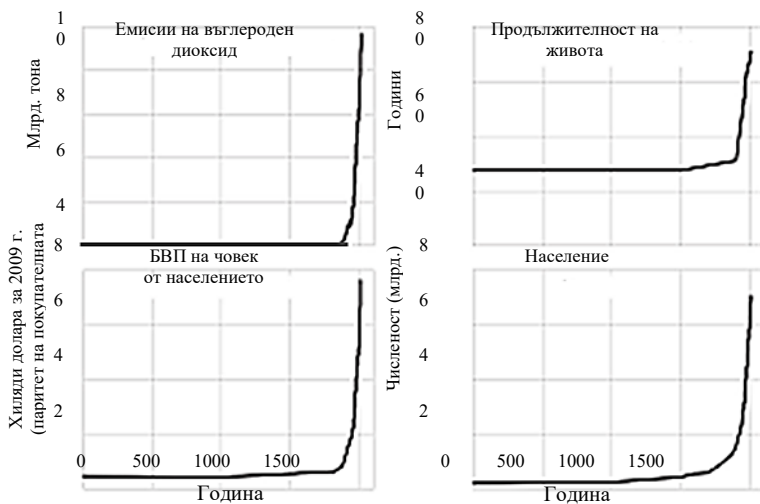
Средната продължителност на живота за тази епоха е била около 20-25 години. През средновековието човекът е разполагал средно с около 20 пъти повече енергия от древния човек, като продължителността на живота му е била с 10-15 години повече. Едва след откриването на парния двигател през последните две столетия консумацията на енергия е нараснала 30-40 пъти, а продължителността на живота се е увеличила до 40-50 г. В началото на 21 век в развитите икономически отношения страни средната продължителност на живота достига 75-80 години. Във връзка със споменатите факти се забелязва наличието на силна зависимост, обобщено представена на Фиг. 2, между количеството консумирана енергия (и свързаното с това увеличение на емисиите на CO₂) и бързото нарастване на населението, благосъстоянието и продължителността на човешкия живот [4].

На какво се дължи тази зависимост? Хилядолетия наред хората умирали от хронично недомядане, тежък физически труд и лоши санитарни условия. Едва през последните 1-2 столетия организацията на обществото и темпът на промишлено производство са достигнали такива нива, които да осигуряват на по-голямата част от хората висококачествени стоки, услуги и добро здравеопазване. В наши дни за Европа са характерни нива на консумация от около 5 kW, а за средностатистическият жител на САЩ – 11 kW.

3. Енергия и ентропия

В предишния параграф беше формулиран изводът, че нарастването на благосъстоянието на нациите е тясно свързан с количеството на консумирана енергия. За добиването на необходимите количества енергия към момента основно се използват невъзобновяеми изкопаеми горива, което води до много интензивно замърсяване на планетата с отпадни продукти – газове и частици. На сегашния етап от производство в атмосферата се отделят около 3,7·10¹⁰ тона на година CO₂, 3,2 ·10⁹ тона на година NO₂ и 9,7·10⁷ тона на година SO₂. Това озна-

чава, че човечеството не може да си позволи продължаващо увеличаване на консумацията на енергия по класическия начин, защото това би довело до сериозни катаклизми на планетата.



Фиг. 2. Използване на изкопаеми горива и прогрес на човешкото общество – глобална картина

Решения, обаче, винаги могат да се намерят. Едно от тях е да се търсят начини за повишаване на коефициента на полезно действие (КПД) на процесите на добив и преработка на енергията и/или все по-широко да се използват алтернативни източници на енергия, които нямат или имат много по-ниски нива на емисия на вредни вещества.

Коя е тази величина, която определя нивото на ефективност на един процес, система и в крайна сметка води до повишаване на КПД на процеса? Тази величина се нарича ентропия.

Към средата на XIX век се е считало, че причината за движението е открита и е получила своето название – енергия. Всяка система, която притежава енергия, може да извършва работа, но имало и нещо допълнително. Енергията наистина определя способността на системата да извършва движение, но тя не е причина за него. Станало ясно, че енергията освен със своето количество се характеризира и с качество, което пък е свързано с ентропията (Фиг. 3). При нарастване на ентропията на затворена система качеството на енергията намалява. Механичната енергия на една система може изцяло да се превърне във вътрешна енергия – в енергия на хаотичното движение на градивните частици на системата, но обратното – вътрешната енергия на едно тяло изцяло да се превърне в механична енергия е невъзможно. Ето защо нискокачествената енергия не може напълно да се превърне в полезна работа. В качествено отношение механичната и електричната енергии са по-ценни от вътрешната енергия.



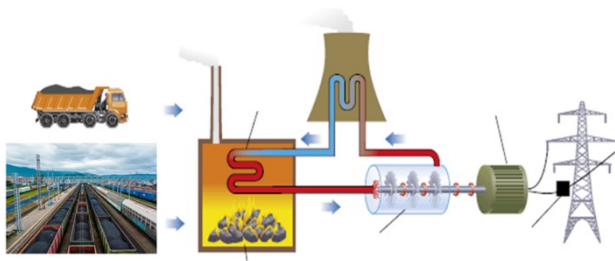
Фиг. 3. Връзка между вида на енергията (нейното качество) и ентропията.

Да разгледаме следния пример: Биомасата върху сушата абсорбира около 5% от падащата слънчева светлина. От тази част едва около 0,6% са налични като енергия, достъпна за извличане при изгарянето на биомасата. Използвайки най-ефективни методи, бихме могли да превърнем максимално 40% от извлечената енергия в електричество. Или казано накратко, при използването на биогориво за производство на енергия едва около 0,24% от падащата слънчева енергия е достъпна. Ако, обаче, поставим под слънчевите лъчи панел с тръби, пълни с вода, бихме могли да получим енергодобив от 4 до 6%, което е от 20 до 30 пъти повече от споменатия метод с биогоривата. Електрическата енергия, от своя страна, се характеризира с високо качество, понеже може да се използва в електрониката, освен като хранване, и като носител на информация. Като сравним изброените източници на енергия стигаме до извода, че е огромно разхищение и престъпление спрямо околната среда висококачествената електрическа енергия да се превръща отново в най-нискокачествена топлинна (за битови нужди, например).

Накрая, след разгледаните примери, може да се направи едно по-строго от научна гледна точка обобщение за ентропията: За всяка материална система ентропията е мярка за близостта на системата до състояние на равновесие. Ако системата се намира в равновесното си състояние, то тя не е способна на движение и ентропията ѝ е максимална. Величината, показваща колко не достига до максимално възможната стойност на ентропията, е до известна степен мярка за способността на системата да извършва работа.

4. Обучение

В курса по „Атмосфера и околна среда“ в МГУ на магистрите им се поставя задача да сравнят екологичната ефективност на алтернативните източници спрямо класическите, като направят оценка на количеството спестени годишни емисии на CO₂ от една средномощна ТЕЦ, фотоволтаична станция и ветрогенераторна ферма.



Фиг. 4. Принципна схема на ТЕЦ

Основната принципна схема на ТЕЦ с мощност 500 MW е показана на Фиг. 4. Ако като гориво се използват среднокалорични въглища, то за поддръжане на работата на централата на номиналната ѝ мощност е необходимо да се изгарят около 4500 тона въглища на ден (около 50 kg/s). За една година тази централа изгаря такова количество въглища, което може да се събере във влакова композиция с дължина около 500 km (разстоянието от София до Варна). Цената на изгорените въглища за ден е около 220 000 лв., а за година – около 80 млн. лв.

Като се вземе предвид, че една молекула CO_2 е около 3,7 пъти по-тежка от въглеродната и се допуска, че въглищата не са чист въглерод, като разумно може да се вземе отношението 1:2. Това означава, че при изгарянето на 1 kg въглища в атмосферата се отделят около 2 kg CO_2 . Ако се върнем към примера, излиза, че за денонощие ТЕЦ-ът отделя около 9 000 тона CO_2 , а за година – над 3 млн. тона. Това е огромно количество и то само от една средно мощна централа.

Освен вредните емисии в атмосферата, процесът на работа на топлоцентралата генерира и съществено „топлинно замърсяване“. На какво се дължи то? За да има затворен цикъл, е необходимо парата, преминала през турбината на генераторите, да се охлади, за да може отново да се използва. Поради това големите ТЕЦ-ове се строят в близост до големи водоеми или реки. Охлаждането на работното вещество на централата води до повишаване на средната температура на водоемите, което в повечето случаи се оказва пагубно за екосистемите, обитаващи тези ареали. Направените оценки показват, че от гибелта на хайвера във водоемите и реките около централите, загубите за риболова могат да достигнат до десетки тонове за сезон.

Друг вид не малки загуби са тези от обработваеми площи. Централата заедно с добивните и преработвателните райони заемат обработваема площ (около 10000 ha), от която могат да се добият приблизително 5 000 тона домати или картофи или 800 тона пшеница за сезон.

Изброените негативни ефекти на въздействие върху околната среда при работата на една електроцентрала са убедителна причина за използването на алтернативните енергоизточници.

Да направим оценка какъв ресурс от фотоволтаици или ветрогенератори е необходим, за да се произвежда такава мощност. Ако предположим, че фотоволтаиците са разположени в район със средно 4 часа максимално слънчево греене (около 800 W/m²), при 20% КПД на фотоволтаиците ще са необходими около 200 000 панела, всеки с мощност от по 100 W/m². Това дава площ от 200 ha, което е 50 пъти по-малко от заемата от ТЕЦ-а.

Нека направим замяна на разгледаната по-горе ТЕЦ с ветрогенератори с мощност от 3 MW всеки и с дължина на витлата 50 m. Преди да направим пресмятанията за заеманата площ, трябва да отчетем, че за ефективната работа на ветрогенераторите е необходимо за всеки да има площ 3 пъти по-голяма от тази, която се описва при въртенето на витлата. В случая необходимата площ е около 23 500 m², което за 170 кули е около 400 ha.

При сравнението се вижда, че при относително малка площ, фотоволтаичната централа може да произведе достатъчно високи мощности без да отделя вредни вещества в околната среда. За вятърните ферми е необходима по-голяма площ, но имайки предвид, че те са с нулеви вредни емисии, тяхното предимство също е очевидно.

5. Заключение

В последните десетилетия бързото нарастване на класическия начин за добиване на енергия с използване основно на изкопаеми горива, води до сериозно повишаване на нивата на замърсяване на околната среда. Поради тази причина интензивно се разработват и се прилагат все по-широко алтернативните източници за добив на енергия.

В курса по „Атмосфера и околна среда“, ние запознаваме бъдещите специалисти с основните принципи и явления, водещи до замърсяване на планетата и възможните решения на този проблем, без това да доведе до съществени негативи върху икономиката.

На първо място се дискутира проблемът, че енергията има освен количествено и качествено измерение и поради тази причина, енергията с по-високо качество трябва да се пести и използва рационално.

Прави се сравнение между 500 MW ТЕЦ на въглища и еквивалентни по мощност соларни и ветрогенераторни системи.

Показано е с реални данни предимството на алтернативните източници, а именно: имат нулеви емисии на вредни газове и фини прахови частици; заемат значително по-малка площ; цената на kWh енергия е по-ниска от тази, добивана от изкопаемите горива.

Литература

- [1] В. Г. Васильев, *Екология, Енергетика, Экономика, етнология устойчивого развития общества XXI века*. М.: Белые альвы, (2007)
- [2] В. Смил, А.С. Розанов, *Енергетика: мифы и реальность*. Научны подход к анализу мировой энергетической политики. АСТ-Пресс книга, (2012)
- [3] E. A. Mathez, J. E Smerdon, *Climate change The science of global warming and our energy future*. N. Y.: Columbia Univ. Press, (2018)
- [4] T. A. Boden, G. Marland, R. J. Andres, *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions*. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A, (2010)

Благодарности

Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-322/18.12.2019).

Използването на гръцкия огън до XI в

Иван Попов

Офицер от Военноморските сили на Република България

Абстракт: Гръцкият огън е едно мощно оръжие, използвано в древния свят при воденето на войни. Първите сведения за използването му са в битката при Делион 424 г. пр. Хр. от беотийците срещу атиняните. Точният състав за приготвянето му не е известен. Знае се, че съставките му са били; сяра, нефт, борова смола и дървени въглища в определени пропорции. Може би е имало и други съставки, някаква селитра (нитрат). Последните сведения за използването на гръцкия огън са от обсадата на Константинопол 1204 г. според някои източници. Според други фактически преди век вече не се е използвал гръцкия огън. Някъде към края на XI в. Източната Римска империя губи завинаги владенията си по северното черноморие (Кримския полуостров, където има много залежи от нефт). Това силно оръжие е помогнало на Византия да отблъсне двете арабски обсади на Константинопол, през 678 и 717-718 г. Българите през 812 г. са пленили 36 сифона за изстрелване на гръцки огън, но няма налична информация дали са успели да усвоят техниката и да го използват някъде. Гръцкият огън е давал значително надмощие по време на битки. За съжаление точната рецепта за приготвянето му се е изгубила във времето и сега учените правят догадки какви точно са били неговите съставки въз основа на изследванията.

Ключови думи: Гръцки огън, оръжие, средство, война, XI в.

Въведение

Гръцкият огън е едно от интересните оръжия, използвани за постигане на победи. Той се е използвал дълго време и е имал страшен за противниците ефект. Не се е гасил с вода, дори по-лошо- водата е помагала за горенето му. Малко наподобява сегашните напалм и бял фосфор.



Снимка 1: изстрелване на гръцки огън от борда на кораб

Гръцкият огън се е изстрелвал от оръдия, които са наричали сифони. Неговата смес така и не е разгадана. Тръбите за изстрелване е можело да се монтират на кораби. Само е известно какви съставки е имал, но точните съотношения

не са известни. Това тайнствено оръжие имало удивителна според съвременниците ефективност и в продължение на няколко века осигурявало монопола на Византия като могъща средиземноморска империя. Именно той осигурявал византийското предимство над морските армади на всички останали опасни съперници на византийската столица Константинопол (точно на протока Босфор). Византия използвала гръцкия огън като силно оръжие за осигуряване на надмощие над противниците си. Ако в ранното Средновековие е съществувало понятието „Велики сили“, Източната Римска империя би била за дълго време такава. Нещо повече – дори може да се каже, че поради специфичното географско положение чрез силата на гръцкия огън Източната Римска империя успяла да запази геополитическото статукво в Източното Средиземноморие чак то завладяването на Константинопол от кръстоносците през 1204 г. До XI в. гръцкият огън е осъществявал могъществото и преимуществото на Източната Римска империя (Византия) над много народи, идващи предимно от изток. Досега не е открита бележка в нито една хроника за състава на гръцкия огън. Има само косвени догадки какво и в какви количества може да е било съдържанието. Тайната на приготвянето на гръцкия огън се е пазила старателно от империята. Интересно, че никъде не е намерен документ, в който да пише съставките и начинът на приготвяне на гръцкия огън.

Основна част

Първият известен случай на употреба на гръцкият огън в древногръцкия свят е засвидетелстван в битката при Делион от 424 г. пр. Хр., водена между атиняните и беотийците. По-точно, това е станало при щурма на Делион, който беотийците осъществяват, за да унищожат укрилите се вътре атиняни. Както ни разказва древногръцкият историк Тукидид, използваната тогава тръба представлявала кух дървесен ствол на колелета, а запалителната смес вероятно се е състояла от суров петрол, сяр а и масло. Силно изхвърлената смес можела да достигне Делион и да застави намерилите убежище там хора да побягнат, за да се спасят от огъня.



Снимка 2: Пресъздаване на използването на гръцки огън при морска битка

Може би най-известната от всички изгубени технологии, които са били познати на човечеството е гръцкия огън – запалително оръжие използвано във Византийската империя. Някои го оприличават на съвременния напалм, но истината е, че гръцкия огън е имал свойството да гори дори и във вода. Счита се, че византийците са го използвали през VII и VIII век с цел да отблъснат арабските нашественици при двете обсади на Константинопол. Любопитен факт е, че поразяващото оръжие е имало няколко различни разновидности. В по-ранната си форма е бил използван по начин, подобен на този на съвременния коктейл Молотов. „Гръцкият огън“ упражнявал мощно психологическо въздействие върху враговете – цели армии и флотилии се разбягвали от ужас заради адската запалителна смес. По-късно бива пригоден и за флотилията на Византийската империя, като за целта са били използвани алуминиеви тръби, чрез които огнената стихия да достига до вражеските кораби. При повторното изобретяване от Калиник през 673 г. съставът на гръцкия огън не е същият като този, използван при битката при Делион. Получава се дълъг промеждутък от време от битката при Делион 424 г. пр. Хр. до 673 г. сл. Хр., т.е. около 1100 г. без никакви сведения за неговото използване в битки. Гръцкият огън едва ли е имал друго приложение в живота на хората, освен във войните. Липсват сведения и от какво разстояние е можело да се изстрелва.

Как и защо е бил изгубен?

„Със сигурност можем да твърдим, че технологията на гръцкия огън не ни е напълно чужда. Все пак съвременните военни използват подобни оръжия в продължение на години. Най-близкият еквивалент на гръцкият огън, който е познат и днес е напалма. Той не е бил напълно усъвършенстван чак до 1940 г., което ще рече, че технологията на гръцкия огън бива изгубена за период от почти 8 века. Историческите записи показват, че огнената стихия бива изгубена след края на Византийската империя, но причината за това все още не е известна. В същото време химическия състав на гръцкият огън продължава да тормози учените, които се опитват да разгадаят мистерията около него. Една от спряганите теории е, че сместа включва голяма доза селитра, която прави химичния състав сходен с този на барута. Голяма част от изследователите обаче я отхвърлят поради причината, че селитрата не изгаря във вода. Вместо това те предполагат, че рецептата е съставена от коктейл от нефт и други химикали, включително негасена вар и сяра.“ [1]. „Истинският гръцки огън обаче се появява едва през мрачната епоха на ранното Средновековие. Смята се, че е изобретен от грък на име Калиник, който бил роден в Сирия и по-късно бил принуден да избяга след арабското нашествие от родния си град Баалбек. Излиза, че има нещо, като „преоткриване“ на гръцкия огън, след като веднъж му се губят следите в античността. Според византийските източници страшното оръжие било създадено през 673 година. Течният огън се изхвърлял от специални сифони, като продължавал да гори и във вода – нещо много опасно при битка в море или река. Тръбите, от които се е изстрелвал гръцкия огън са били направени от бронз. Постепенно гръцкият огън се превърнал в истинско абсолютно оръжие в морските битки, защото скупчените един до друг дървени кораби са били идеалната цел за подобна запалителна смес. Можем да кажем, че гръцкият огън е бил използван само пет години след създаването му срещу Арабския халифат. И византийските, и арабските историци са единодушни за смайващия ефект от употребата на оръжи-

ето. Опитите да се гаси с вода само подхранвали пламъка и единственото спасение било за тази цел да се използва пясък за засипване на огъня. Научаването на формулата за приготвяне на гръцки огън е от значение за продължителното съществуване на Византия и успешното ѝ справяне с много противници.“ [2]. Теофан Изповедник посочва сириецът Калиник от Хелиопол като създател на гръцкия огън. Точният състав на гръцкия огън не е известен и представлявал течност, изстрелвана от катапулт. Той веднага се възпламенявал и не е можело да се изгаси [3].

Раннохристиянският автор от III в. Секст Юлий Африкански в своя труд „Плетеница“ пише за: „Мидийски воден огън“, съставен от сяра, битум, пепел, каменна сол и пирит. Константинопол е бил привлекателно място, град, разположен на входа за Черно море. Много народи са имали желанието да завладеят града. Византия е заемала обширна площ и е развивала и използвала суровините от завладяните територии. Все пак от края на VII в. до XI в. е голям период от време, където гръцкият огън е осигурил господството на Византия. Смята се, че кан Крум след превземането на Месембрия (Несебър) се е сдобил с тръби, изстрелващи гръцки огън. Затова според историците след изгубването завинаги на Каспийското крайбрежие, район богат на нефт за използване на гръцки огън не се говори.

Сведения за използването на гръцкия огън:

За първи път тръбите с гръцки огън били монтирани на византийските бойни кораби от типа дромони. След това въпросните тръби се превърнали в основно оръжие и за останалите морски съдове от флота на Империята. През 673 година (според византийския историк Теофан) арабският флот за първи път потеглил към Константинопол. Корабите презимували в Киликия, след което се насочили към столицата. Теофан Изповедник посочва сириецът Калиник от Хелиопол като създател на гръцкия огън. Когато император Константин IV разбрал за приближаването им, наредил да бъдат подготвени няколко огромни двупалубни дромона, снабдени с гръцки огън. Има сведение за използване на гръцкия огън при обсадата на Константинопол през 678 г. от арабите. Разбирайки пълната стойност на оръжията, владетелите на Византия запазиха рецептата за превръщането на гръцкия огън в голяма тайна. Малко преди третия опит на арабите през 872 г. византийците се отбраняват от критската армия и изгарят 20 вражески кораба. ⁽³⁾ През X- XI в. византийците са използвали гръцкия огън в борбата за морско надмощие в Средиземно море срещу Венеция.

Първото сведение за използването на гръцкия огън с участието на българи е от 812 г. при превземането на крепостта Месемврия (Несебър). Леснозапалимата смес влиза трайно в арсенала на българската войска. Глинените сфероконуси от България са открити при разкопки все на стратегически във военно отношение крепости на Средновековното българско царство. Интересен факт е, че в голямата си част тези съдове са намирани при разкопки фрагментирани (пример – от Плиска са извадени само 3 цели съда, срещу 526 части от сфероконуси), което също ни навежда, че вероятно тези предмети са използвани като бойно средство със запалително вещество срещу неприятеля, като при удара съдът се е разбивал на много парчета и запалителната смес се е възпламенявала.



Снимка 3: картина с изобразено изстрелване на гръцки огън от кораб.

Имало и няколко други плавателни съда, натоварени с резервни тръби. Още при първия сблъсък византийците запалили два от най-големите кораби в арабския флот, а войните на Исляма били така потресени, че моментално си подвили опашките и потеглили обратно към Арабски полуостров. „Гръцки огън – това е нефт, сяра, смола и катран. Второ подобно нашествие арабите подготвили през 718 година, този път с два огромни флота. Единият дори успял да стовари десант в Тракия, който обаче бил напълно унищожен от армията на българския владетел Тервел. По-късно и двата арабски флота били разгромени напълно от въоръжените с огнепръскачки византийски кораби [4]. Срещат се оскъдни сведения за това че военните стратегии на хан Крум са успели да разгадаят тайната на гръцкия огън и са възнамерявали да го използват при подготовката през 814 г. обсада на Константинопол. Смъртта на хан Крум обаче сложила край на тези планове. „Известно е, че тази крепост била една от изходните точки за византийски нападения срещу България. По този начин българите узнали една от големите тайни на византийското оръжие от Ранното средновековие. Възможностите за снабдяване със съставките за направа на „гръцкия“ огън в България били ограничени, но не и съвсем прекъснати. Българската войска не само познавала това оръжие, но дори го използвала по-късно.“ [5]. По-късно византийският летописец Скилица Кедрин описва обсадата на Видин през 1002 година, при която българските военачалници са открили начин да се гаси огъня – захлупвали са горящите топки с гърнета. За това се е изисквала немалка доза смелост, но все пак благодарение на самоотвержената борба на войниците крепостта „Баба Вида“ издържала осеммесечна обсада. Според сведенията от историческите извори със сигурност византийската армия поне още веднъж през Ранното средновековие използвала „гръцки“ огън срещу българите. „В началото на XI-ти век император Василий II Българоубиец предприел масиран натиск на няколко фронта срещу Българското царство. Самият той стоял начело на ромейската армия, която в продължение на осем месеца, от лятото на 1002-ра до пролетта на 1003-та година, безуспешно обсаждала българската крепост Баба Вида (днес Видин). Градът бил обстрелван и с прочутия „гръцки“ огън. В този случай се включила и имперската флота по река Дунав, откъдето течният огън бил изхвърлян към крепостта“ [5]. През 941 г. Източната Римска империя използва гръцкия огън, за да отблъсне нападението на киевския княз Игор, а един век по-късно – през 1043 г. и срещу друг владетел на Киевска Рус – княз Владимир.

Точно при крепостта Баба Вида до Видин има сведения, че българите са били обстрелвани от гръцки огън при обсадата от византийските войски на Василий II Българоубиеца през 1002-1003 г. По всичко личи, че българите може би единствени са успели по някакъв начин да се сдобият с рецептата за приготвяне на гръцки огън, но не е сигурно дали са го използвали при защитни действия.

Споменаване за гръцкия огън

Терминът „Гръцки огън“ не се е използвал нито в гръцкия език, нито в тези на мюсюлманските народи. Той се появил в момента, когато по времето на Кръстоносните походи с него се запознали западните християни. Впоследствие, след произведеното у рицарите ужасяващо впечатление, Западният свят започнал да нарича с това име и всякакви други бойни запалителни смеси, употребявани от различни народи (в т. ч. араби, китайци, монголци). Те, обаче, били съставени по други формули, различни от византийската, която, както ще видим по-нататък, е била строго пазена държавна тайна. Византийците и арабите наричали „своето“ запалително оръжие по различни начини: горящ огън, морски огън, изкуствен или римски огън (да напомним, че византийците сами се наричали ромеи, тоест римляни). Средновековният византийски „гръцки огън“ се изхвърлял от специално разработени за целта метателни машини – сифони, а огнената смес горяла дори на водната повърхност. Както пише Анна Комнина в „Алексиада“, сифоните се изработвали от бронз и понякога били позлатени [6]. Написаната от нея „Алексиада“ обхваща около половин век – събитията, случили се от 1069 г. до 1118 г. Дулото им се оформяло във форма на глава на лъв или друго голямо сухоземно животно. Как точно действали обаче никой автор не е оставил точно описание. Предполага се обаче, че за да се изстреля сместа, бронзовият сифон се е загревал отдолу с печка и тогава огнената смес излизала от раззинатите пасти на бронзовите животни (първата употреба на така оформени огнени оръдия вероятно е била през 1098 г.). Друго инженерно решение е свързано с раздухване на запаления пламък чрез въздушни помпи. Вероятно далекобойността на оръжието е била не повече от 25 м. Това било даже предостатъчно! Гъсто скупчените кораби от една ескадра представлявали идеална цел за запалителната смес [6]. И гръцките, и арабските историци са единодушни за неговото поразяващо действие. В арабския ръкопис на същото време, катран, сярра и смола са изброени сред съставките.

Алхимикът Винченций през 13-ти век заявява, че сместа включва разтопена сярра, катран, зеленчуков сок, терпентин и гълъбени испражнения. Едно от обясненията е, че тайната е била известна на съвсем тесен кръг от посветени, които са загинали в династичните междуособици по онова време. А може би, загубвайки достъп до нефтените находища около Каспийско море, Империята е загубила и необходимите суровини за изготвянето на „гръцкия огън“? Точно през XI в. Източната Римска империя губи завинаги прикаспийските си територии с нефтените находища. Все пак, тъй като едва ли някой се е добрал до рецептата за приготвяне на гръцкия огън използването му остава ограничено. Повече информация относно използването на гръцки огън може да се намери в „Тактиката“ на византийския император Лъв VI (866-912 години); той казва: „След обичайните винаги трябва да е на носа на тръбата за кораб, облицован с мед, за да го хвърлят в огъня на врага.“² Употребата на това страшно оръжие е била основно от Византия и то в по-тежките битки.

Сведения за състава на гръцкия огън:

1. Арабски манускрипт, 1193 година: „Гръцки огън – това е нефт, сярна смола и катран“
2. Винченций, алхимик, XIII век: „За да получите гръцки огън, трябва да вземете равни количества разтворена сярна смола, катран, част опопонакс (смола от растението *Ororopach Chironium*) и гълъбов тор; всичко това, добре изсушено, разтворете в терпентин или сярна киселина, след което поставете в здрав закрит стъклен съд и подгрейте в течение на 15 дни в пещта. После това съдържание на съда дестилирайте подобно на винен спирт и съхранявайте в готов вид“.
3. Марк Грек, „Огнена книга“, 1250 година: „1 част колофон, 1 част сярна смола, 6 части селитра в ситно раздробен вид разтворете в ленено или лаврово масло, после поставете в тръба или в дървен ствол и загрейте. Зарядът веднага излита във всяко направление и всичко унищожава с огън“.
4. Еней Тактик, „За изкуството на пълководца“, 35 г. пр.н.е. – „За подпалване корабите на врага се употребява смес от запалена смола, сярна смола, калчица, тамян и стърготини от смолисто дърво“.
5. Свети Теофан: „Когато Константин IV узнал за приближаването на арабите, той подготвил огромни двупалубни кораби, снабдени с гръцки огън, и кораби – носители на сифони... „
6. Лъв VI Мъдри, „Тактика“: „...следвайки обичайното, трябва винаги да има на носа на кораба... за хвърляне на този огън по неприятеля.“

В летописите на средновековните автори почти задължително присъства и някаква „тайна съставка“, която вероятно е била византийска държавна тайна. Император Лъв VI Философ заповядал огнената смес да се приготвя само в съвсем ограничен брой строго охранявани тайни работилници, а наследникът му Константин VII Порфирогенет предвидил драконовски наказания за издали тайната работилници. Когато въоръжение е било предоставяно на съюзници на империята, запалителната смес им била давана в готов вид, за да се минимизира възможността от изтичане на информация. Като назидание към евентуалните предатели Порфирогенет пише в съчинението „*De administrando imperio*“, че държавен чиновник, подкупен от враговете и съгласил се да им предаде тайната, бил „ударен от небесни огънове“ при едно свое влизане в църква. Независимо от явно хиперболизирания литературен изказ обаче, това ни дава сведения, че византийците все пак успели да предотвратят разкриването на военната тайна. Лъв VI описва гръцкия огън, като оръжие с „мълниеносност и голяма сила“ [2]. Както установяват обаче горесцитираните Прайър, Джефрис и Роланд, това било недостатъчно, за да успеят да го изкопират. Не става дума само за това, че арабите така и не успели да постигнат точно същия състав на сместа и използвали свои заместители. Мюсюлманите никога не овладели византийския метод на работа със сифони и затова използвали само катапулти и гранати. Независимо от това, че всички се опитвали да разберат преди всичко тайната на огнената смес, формулата на ефективността на гръцкия огън се кореняла в съвместната тайна на множество компоненти, като всеки един от тях трябвало да бъде налице, за да работи системата поразяващо. Това включвало и знанието за това как точно да бъдат разположени огнеметните устройства по корабните палуби, устройство за нагнетяване на въздух и нагряване на сместа, метализацията на сифоните, както и обучението на боравещите с тях воители. Всеки от висшите държавни военни слу-

жители се занимавал с отделна част от целия комплекс военни тайни, което гарантирало, че дори и при залавянето на един от тях противникът не би могъл да научи цялата информация. В превода на Хрониката на Симеон Логотет се казва: „Калиникъ бо некто древодель от Сличнаго града Сирискога, приѣбегъ къ Гръко, огнь коднѣи тѣ прѣкъе устрои: [5].



Снимка 4: Пресъздаване на изстрелване на гръцки огън срещу обсаждащ противник

Българите да се сдобили със сифоните и огнената смес при завземането на Месемврия и Девелт и са успели да ги използват. При управлението на хан Крум българите завзели византийските крепости Месемврия и Девелт през 812 г. Тогава те успели да пленят 36 сифона и голяма част от огнената смес, а през 827 г. арабите се сдобили с цял византийски кораб, пълен със запалителното вещество. Векове наред (от VII до IX) много народи се опитвали да откраднат тайната на изобретението, наречено „Гръцки огън“. Столетия били нужни на арабите, за да я открият, след което тайната отново била изгубена. Огромни старания проявили италианците да се сдобият с рецептата за този „Гръцки огън“ след разрушаването на Пиза през XI век, но без успех. Китайците също са пращали шпиони за откриване и вземане на рецептата, но и те не са успели. По онова време „Гръцкият огън“ бил смятан за абсолютно оръжие, за него се носели легенди, че летиал като опашката крилата ламя със скоростта на мълния и с гръмотевичен трясък. Където попаднел този дяволски огън, веднага избухвала страшна експлозия и се стелел черен дим, всичко наоколо пламвало мигновено. Българите също са имали страшно плашещо противническото оръжие за времето си – двойнорефлексия лък.

Точният състав на гръцкия огън не е известен и представлявал течност, изстрелвана от катапулт. Той веднага се възпламенявал и не е можело да се изгаси [3].

Изследвания за състава на гръцкия огън

Английските учени вследствие изследванията в лаборатории заключиха, че гръцки пожар е желе-подобна течност на светлината завършва дестилация на суров нефт, катран и сяр. Partington предполага, че гръцки огън не може да бъде вещество, наподобяващи барут, и по този начин в състава му не може да бъде нитрат, тъй като той смятат, френските изследователи [7].

Много алхимици и учени се опитаха да открият тайните компоненти.

Например френският химик Дюпре през 1758 г. обяви, че е в състояние да пресъздаде гръцкия огън. Разбира се, той не повярва веднага. И те поискаха да го докажат. В околностите на Льо Хавър, на достатъчно голямо разстояние от брега е бил поставен дървен шлем. Дюпре можеше да го изгори с изобретението си. Френският крал Луи XV бил впечатлен от спектакъла и купил от химика си работата и всички рисунки за страховта сума. Той също се закле от него, че ще забрави изобретението си. Тогава царят унищожи всички документи.

Водата не гасяла този огън, само още повече го разпалвала. Затова гръцкият огън се сравнява със сегашния напалм и с белия фосфор. Единствено пясък, оцет и урина могли да потушат пожара. След упорити търсения единствено мюсюлманите успели да проникнат в тайната на това желано изобретение, което използвали по време на кръстоносните походи. Но след това и те я загубили. И повече не била намерена. Затова никой не знае как се прави „Гръцки огън“. Друга голяма тайна пазена с векове била тайната на твърдия порцелан. Тя била разбулена едва през XVIII век. Такъв порцелан произвеждали от хилядолетия китайците, но те пазели ревниво тайната му. Една от многото загадки, свързана с това, може би най-страшно оръжие на древността е защо византийците не са могли да защитят с негова помощ столицата от обсаждащите я кръстоносци, а по-късно и от турците? Между другото, от XII век нататък съобщенията за използването на „гръцкия огън“ съвсем изчезват, или са очевидно недостоверни.



Снимка 5: използване на гръцки огън в битка и снаряди (снимката отдясно).

Гръцкият огън е използван в две знакови битки, дали отражение върху развитието на света задълго? В анализите са описани две съществени битки, при които византийците са използвали гръцкия огън. Първата през 678 г., когато разгромяват мюсюлманска флота от близо 30 000 души, както и през 717-718 г., когато халиф Сюлейман атакувал Константинопол. Тъй като след този случай, няма други данни за последващо използване на гръцкия огън и се смята, че именно през този период византийците са загубили формулата за стихията. За победата над Арабския халифат основна заслуга има българският владетел Тервел (700-721 г.). Византийската империя е използвала гръцкия огън през 941 г. и през 1043 г., за да отблъсне нападението на Киевска рус. Вижда се, че не са много случаите, когато Източната Римска империя е прибягвала да използва това страшно за враговете оръжие. При обсадата на крепостта „Баба Вида“ гръцки огън е бил използван и срещу защитаващите крепостта българи.

В средата на XIX век френски историк и археолог L. Lalanne, ориенталистът Zhofef Rhino и още професори са се опитвали да намерят ключа към една вековна мистерия. Проведени са проучвания на арабски, гръцки и китайски източници. Според тях в състава на гръцкия огън беше близо до китайските запалителни вещества, известни много преди нашата ера, съдържащи голямо количество

во на нитрати [7].

Мемоарите на лорд Джойнвил, френски благородник от 13-ти век, включват следното описание на гръцки огън по време на Седмия кръстоносен поход: „Случи се една нощ, докато бяхме на поста си да охраняваме кулите. Насочиха насреща ни устройство, познато като перонел, и напълниха гърлото на съоръжението с гръцки огън. Щом добрият рицар, лорд Уолтър, който беше с мен, видя какво става, той се обърна към нас и ни каза, че това е най-тежката опасност, под която някога сме били. Ако възпламенели нашите кули и колиби, ние бихме били загубени и опожарени, ако пък напуснем стража си, то бихме били опозорени. Така никой не можеше да ни спаси от тази опасност освен Бог. Моето мнение и съвет беше всеки път, щом те хвърлят огън към нас, да залягаме на колене и лакти и да се молим на Бог да ни избави от опасността. „Благодарение на употребата на гръцки огън са извоювани няколко важни победи, оказали влияние за напред. Следва разказ за самото действие, при който врагът изстрелва гръцкия огън срещу лагера на кръстоносците и стихията попада между двете главни кули точно пред самия разказвач. Лорд Джойнвил описва адския шум, с който пристигат огнените топки, мирисът и бързината, с която се разпростират пламъците. Макар че пожарникари излизат на мига да се борят със стихията, тя е неконтролируема. Гръцкият огън е сравняван с дракони от небесата и добива почти митично значение [8].

Немският експерт А. Щетбахер в книгата „Барут и взривни вещества“ (1937) смята, че гръцкият огън е съставен от сярата, сол, катран, асфалт и изгоряла вар. Съставът, при контакт с вода, загрята до топлината на гасене на вар се изпарява част от горивни в съединението.

Заклучение

Макар че има много спекулации относно гръцкия огън, до днес никой не е успял да възпроизведе същия ефект. Византийската империя е пазела тайната на гръцкия огън и успешно го е използвала няколко пъти срещу Арабския халифат, срещу Киевска рус и още няколко противника. От изобретяването на същинския гръцки огън от Калиник до XI в. не са много случаите на неговото влизане в употреба. Най-близкото до оръжието е създадено от арабските армии и хипотетично използвано в периода между средата на 17-ти в. и 18-ти в. Има сведения за няколко случая, в които българските войски са го използвали успешно при кан Крум. Свидетелствата твърдят, че създаденият огън е бил само подобие, много по-слабо и не толкова смъртоносно. Арабите обаче използвали своя вариант на гръцки огън много по-разумно, тъй като го съхранявали на кораби и по крепостните стени. Освен това често го носели в малки стъклени шишенца, които хвърляли срещу опонентите си при битка. Субстанцията била поставяна на върха на копия и стрели, както и изстрелвана с огромни катапулти към врага. Той е смятан за едно от малкото непобедими оръжия в историята. За състава на гръцкия огън може само да гадаем. В доклада представих моето виждане и мнение на различни изследователи, но е била важна точната пропорция на съставните вещества, за да се постигне желания ефект.

Литература:

[1]. „Десетте изгубени световни богатства“, публикувано на 18.02.2012 г. в списа-

ние „Menager“.

- [2]. Фундаментални изследвания. Partington „История на гръцки огън и барут“.
- [3]. Теофан Изповедник, „Хронография“, (810-814 г)
- [4]. Льв VI Философ, „Тактика“, X в.
- [5]. Българска наука, брой 161 (януари 2023 г).
- [6]. Ана Комнина, „Алексиада“, XII в.
- [7]. Лорд Джойнвил, „Мемоари“, XIII в.
- [8]. Д. Бачев, лекция (28.11.2021 г).

Определяне чувствителността на фотопанел

Георги Добрев*, Иван Хаджиев, Николай Паунков
Технически университет – София, филиал Пловдив
* E-mail: dobrev.1975@abv.bg

Абстракт. Използвана е опитна постановка за изследване ефективност на фотопанел. Тя включва лампа с нажежаема жичка захранваща соларен панел. Определена е фоточувствителността и мощността на фотопанела. Направен е анализ на ефективността в зависимост от разстоянието на осветеност. Постановката позволява промяна на източника на светлина и по този начин се създава зависимостта фоточувствителност и мощност на фотопанела като функция на дължината на вълната на източника на светлина. Това изследване е необходимо поради липсата на подобна информация за предлаганите на пазара фото-панели, а без нея е невъзможно оразмеряването на която и да е енергоспестяваща система.

Увод

Ефективността на соларните панели е в пряка зависимост от площта на източника, и приемника, тяхната светимост и осветеност. Всеки светлинен източник се характеризира с интензитет, енергетична светимост, които отслабват с увеличаване на разстоянието от него. Това определя и до голяма степен светлинния поток, полученото електрично напрежение и генерираната мощност на соларните системи. В настоящата статия е разгледана автономна соларна система, посочена на фиг. 1. Определена е мощността като функция на разстоянието до светлинния източник и фоточувствителност на соларен панел.



Фиг. 1. Фото-панел, захранващ соларна лампа

Валентността на използваните полупроводникови слоеве на соларните па-

нели от P и N тип след облъчване със светлинен поток Φ , се наблюдава рекомбинация (FF) при оптимална температура 25^0 C и стандартни тестови условия (STC), [5], [6]. След определено време на осветяване и получения вътрешен фотоефект се достига до постоянен ток съгласно Зонната-теория

$$h\nu \geq \Delta W_3.$$

Генерираното напрежение е функция на площта на панела и разстоянието до източника на светлина. Осветеността на повърхността се определя от [1], [2].

$$E = \frac{\Phi}{S} [\text{lux}] \quad (1)$$

$$E = \frac{J}{r^2} \cos \alpha, \text{ lux, w/m}^2 \quad (2)$$

където: r-разстояние до източника, mm, Φ -светимост, lm., S-площ на източника, m^2 , J-интензитет на светлината, [cd].

Експериментална част

Използван е соларен панел захранващ лед лампа. Източник на светлина представлява лампа с нажежаема жичка 35 W перпендикулярно разположена на соларният панел. С помощта на luxmeter е измерена осветеност 13580 lux. Осветяваната повърхност има площ $0,09 \text{ m}^2$. От зависимост (1) следва, че светлинният поток е 1222,2 l. Светлинният интензитет, падащ върху повърхността на разстояние 0,1 m се определя посредством (1), (2) :

$$\frac{J}{r^2} = \frac{\Phi}{S} \Rightarrow J = \frac{\Phi r^2}{S},$$

$$J = 135,7 \text{ cd}$$

Общият светлинен поток Φ_0 на светлинен точков източник на разстояние от него 0,1m се определя посредством (3):

$$\Phi_0 = 4\pi \cdot J \quad (3)$$

$$\Phi_0 = 1704 \text{ lm}$$

За да се определи ефективността на соларен панел основни фактори са неговата площ и разстоянието до точковия източник при пикова перпендикулярна осветеност на неговата повърхност. Това определя генерираното напрежение и създадената мощност, посочени в Табл. 1. Следователно: Ток на късо съединение $I = 19,3 \text{ mA}$, при осветена повърхност на разстояние 0,1 m.

Интегралната фоточувствителност ще бъде:

$$\gamma = \frac{I}{\Phi} = \frac{19,3 \text{ mA}}{1704 \text{ lm}} = 1,1 \times 10^{-5} \text{ mA/lm} \quad (4)$$

където: I/Φ – коефициент на фоточувствителност.

r, m	U, V	W = I.U, Watt	$\gamma = I/\Phi$, mA/lm
0,25	5,46	0,10	$9,7 \cdot 10^{-5}$
0,2	5,67	0,107	$6,2 \cdot 10^{-5}$
0,1	6	0,11	$1,5 \cdot 10^{-5}$
0,01	6,28	0,12	$1,5 \cdot 10^{-7}$

Табл 1

Коефициент на фоточувствителност съгласно Табл.1 е фактор, зависим от разстоянието на осветеност. Той може да се определи посредством:

$$\Phi = \frac{J \cdot S}{r^2} \quad (5)$$

$$\gamma = \frac{I}{\Phi} = \frac{r^2 I}{J \cdot S} \quad (6)$$

Ефективността на панела се определя посредством отношението (6).

Площта на панела е $S = 100 \text{ mm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$, получената енергетична осветеност се определя чрез зависимост (6).

$$W_E = \frac{\Phi_E}{S} [W/m^2], [\text{lux}], \quad (7)$$

където Φ_E – светлинен енергетичен поток на лъчението [W], [4].

Ефективността на панела (8) спрямо, постоянна слънчева константа 1366 W/m^2 , [2] и данните от Табл.1 е :

$$\text{КПД} = \frac{0,12}{1366} \times 100 = 0,008\%$$

Проведеният лабораторен експеримент разглежда влияние на изкуствена светлина върху фотопанел и съответно генериране на фототок. След заместване в (7) коефициент на полезно действие на фотопанела се определя чрез (8).

$$W_E = \frac{\Phi_E}{S} = \frac{1704}{0,1} = 17040 [W/m^2],$$

Окончателно за ефективността се получава:

$$\text{effect}(\%) = \frac{\frac{W}{m^2}, \text{wat}}{\left(S, m^2 \times 17040 \text{lux}, \frac{\text{wat}}{m^2}\right)} \times 100 \quad (8)$$

$$\text{effect}(\%) = \frac{0,12}{0,1 \times 17040} \times 100 = 0,007\%$$

Заклучение

Изчислената ефективност на панела 0,007% се различава значително от стандартни тестови условия (STC), т.е. 25 °C, слънчево облъчване, облъченост 1000 W/m² и вятър от 1,5 m/s [3], [5], [6]. Този лабораторен експеримент поставя редица въпроси за следващи експерименти като: Ефективността е функция на площ, интензитет и разстояние до точков източник. Моделите, които могат да бъдат съставени са естествено и изкуствено осветяване на фотопанел, дневно слънчестоене и нощна облъченост чрез лед лампи. Това предоставя възможност за по-пълноценно използване на тягови акумулатори и по-дълготрайна генерирана мощност kWh. Съставеният алгоритъм на самото изследване показва сериозният му практико- приложен характер. Определяне на ефективността на дадена соларна система е принос с най- голяма значимост за конструиране на подобни системи.

Литература

- [1]. Андреев, М., Людсканов В., Лабораторна физика, изд. „Наука и изкуство“, 1975.
- [2]. Христозов, Д., Андреев, Н. и др. Лабораторен практикум по физика, изд. Наука и изкуство – София, 1990.
- [3]. Кирчев, В., Генчев, М., Възобновяеми енергийни източници, Техн. унив. – София, филиал Пловдив, 2012.
- [4]. Бурдун, Г. Д. и др., Международна система измерителни единици, изд. Техника – София, 1966.
- [5]. <https://xpi.bg/novini/nay-dobrite-i-efektivni-solarni-paneli-za-2021>.
- [6]. <https://apee.bg/>.

Acoustic modeling in support of sustainable development and improvement quality of life

Petja Ivanova-Radovanova

Climate, Atmosphere and Water Research Institute at the Bulgarian Academy of Sciences (CAWRI-BAS)

Abstract: The steady increase in noise levels in human settlements degrades the quality of life of people, threatens the normal development of ecosystems and causes significant damage to the economy. This is a concern for the population and for specialists and creates objective prerequisites for carrying out studies and searching for environmentally friendly solutions in support of sustainable urban development. The aim of this paper is to present an innovative method for adapting standard acoustic methods for laboratory measurements of the noise-insulation properties of vegetation. The methodology is tested by investigating the sound-shielding properties of the vegetation screens by measuring the sound insulation from airborne noise by a mass of vegetation, collected from common species, used by urban planners and landscape designers –silver leaf lime, ivy, thuja, and spruce. The results are presented in tables and graphs in frequency dependencies in frequency bands and show clearly that vegetation has good sound insulation properties and can be used as a reliable element of achieving sustainable development and enhancing the quality of life in highly anthropogenic urban environments.

1. Introduction

Great part of the human population globally lives in urban areas and this trend is expected to have a constant increase up to 68% by 2050 (United Nations, 2019). Degradation of the environment and quality of life is most feasible in cities where climate change with extreme temperature gradients and pollution presents one of the greatest challenges to society (Karakoch et al. 2014), (Kabisch et al. 2017). The climate change has significant impact on people, biodiversity and ecosystem functioning through threatening current habitat conditions due to heat and water stress (EEA, 2012). Influences of climate change on society include health-related effects and socio-economic impacts induced by increased numbers of heat waves, droughts and flooding events (EEA, 2015), (EC, European Commission 2015). In addition to climate change, urbanization and the associated increases in the number and size of cities have a corresponding impact on ecosystems, as urbanization leads to a significant conversion of rural to urban landscapes.

Noise is one of the biggest environmental pollutants in cities. Noise is characterized by a sound with a complex inharmonic wave (chaotically collected tones), whose frequency and intensity are not in definite and constant proportions. In terms of quality of life, psychophysics, - noise is characterized as a sound that can be qualified as irritating, stressful, frightening, generally unpleasant, and in pathophysiological it is any acoustic signal that with its strength or duration causes temporary or permanent changes in the body-disturbances in sleep, feelings of restlessness, irritability, depression, deterioration of performance and communication, reactions of the autonomic nervous system.

Environmental noise caused by transport is one of the main environmental

problems in cities. The analysis shows the persistence of an unfavorable acoustic situation in the urban environment, with noise pollution from vehicles accounting for about 80-85% of the total noise that is realized. According to the construction specialists in Bulgaria, even moderate loud noise levels of 50 to 75 dB impede communication and strain the psyche. In the capital city of Sofia, there are some examples for environmentally friendly solutions against noise, representing mixture of wood, industrial textile and stones with a potential for planting vegetation (<https://www.citybuild.bg>). However, they do not take into account the possibilities for noise attenuation by vegetation (Ivanova-Radovanova, 1996). It would be of great importance such studies to be combined.

2. Main sources of noise and measures against noise in urban areas

The factors contributing to the increase in noise levels are mainly the poor condition and poorly organized road infrastructure, inefficient traffic organization, as well as a number of weaknesses in urban planning and the lack of noise barriers. Reducing noise pollution can be achieved through various measures: 1-limiting speed and traffic, 2-bypassing routes, 3-renewing the composition, 4-increasing the distance between noise sources and objects, 5- implemented noise barriers (Fig.1).



Fig.1. Noise protection barriers (<https://www.citybuild.bg>)

The difference of the atmospheric pressure changes during the spread of noise compared to the balance. Standard reference of sound pressure level which is 0.0002 newton/m² compared to the logarithm according to 10 base level is called as bell. A unit of sound evaluation in which medium and high frequencies to which the human ear is the most sensitive is dBA, which is 1/10 portion of decibel. The unit dBA often used in reducing or controlling noise, is also related to the subjective evaluation of the height of noise produced by various sources (Erdogan, 2009). According to the most general classification, environmental noise sources are being categorized into two groups as inside and outside the construction. The inside noise being determined as speaking, step and household items, while the outside ones are determined as transportation, industry, construction, human activities, noise related to entertainment, commerce and biodiversity.

The sources of outside environmental noise are classified as road vehicles, air vehicles, industrial road and construction machinery. The sources forming the noise are generally classified into three groups as: i) Noise arising from industry; ii) City/settlement noise and iii) Traffic/transportation noise

The level of noise is increasing or decreasing within the context of some factors. The effect and efficiency area varies in relation to geographical location, climatic and environmental conditions. The traffic from the highways is the reason for noise pollution in the most cities. It is already recognized (Erdogan, 2009) that the majority of highway traffic consists of automobiles, lorries and buses and the noise levels produced depend on the rate of their speed and power. There are other factors like location, slope and the cover of the roads that affect the noise. The same author pointed out the importance of slope – if the slope of the road is %3 – 4 the increase in the noise for one vehicle is 2 dB, for %5 – 6 slope it is 3 dBA and for slope of %7 and more it is 7 dBA.

3. Environmental solutions for sustainable development. Noise protection properties by vegetation.

Modern urban life style is associated with chronic stress, insufficient physical activity and exposure the environment to anthropogenic hazards. From one site, urban green space, such as parks, playgrounds, and residential greenery, can promote mental and physical health and reduce morbidity and mortality in urban residents by providing psychological relaxation and stress alleviation, stimulating social cohesion, supporting physical activity. From other site, urban green space can reduce exposure to air pollutants, noise and excessive heat. There are many reasons to invest in urban green infrastructure technologies such as green roofs and walls, although public and private sector motivations can differ. The public sector tends to favor investment that benefits public sector challenges, such as the Urban Heat Island Effect, urban microclimate issues, storm, water and rainwater management, air quality, ground and air traffic noise, fine particulate air pollution, recreation and community activities, social cohesion, health and biodiversity issues.

Sustainable urban development requires environmentally friendly techniques in reducing noise levels. Finding environmentally friendly solutions is an interdisciplinary problem, the solution of which is the task of physicists, acousticians and engineers as well as urban planners and landscape architects. This paper discusses application of the vegetative barriers as one possible solution to cougar mitigation, as urbanized lifestyles and practices increasingly prove conclusively that vegetation is a natural and necessary attribute of the urban environment. Sustainable development of urban open space is often referred to air quality improvements, local temperature regulation, or increased energy savings provided by green roofs, urban parks or street trees (Kabisch et al. 2017). In regard to noise attenuation, there are various barriers are being used to reduce or prevent the noise. The wall structure is the most dominant part of the structural element. The material to be used in noise barrier walls may be materials like precast concrete, metal, wood, brick and stone. The quality and character of the wall is directly related to the material used and the texture created. While wood is generally used in rural areas and the suburbs, materials like concrete, stone and metal are preferred in the urban areas.

4. Research method

There is a rising interest in improving quality of life and controlling noise pollution is one important element of urban sustainability. The research methodology for adaptation of the standard acoustic methods specially developed for the investigation of noise attenuation by vegetation in the controlled situation of acoustic camera, had been

developed within the doctoral study of the author (Ivanova-Radovanova, 1996). The experiment to determine the sound absorption coefficient of the vegetation was conducted in a reverberation chamber using standard acoustic methodology that have been adapted for the specific need of the study.

The model samples is plant mass collected from the most foliated part i.e. from the surface layer of the canopy of the species under study, which is essential for the sound absorption process. The defined measurement area is 9 m², while the minimum measurement area allowed by the standard is 8 m² according to the requirements of BS 8915-86. The combination used for the placement of the frames is as follows: six frames of 1.5 x 1.0 m for the single screen and twelve for the two double screen options. The frames were placed on the chamber floor on concrete logs measuring 0.12 m. The lateral surfaces of the space between the floor and the measuring surface was covered with 0.02 m wide wooden slats to avoid 'edge effects'. In the case of the double screen with an air gap, not only the surface of the screen but also part of its volume takes part in the experiment, which is favourable from the point of view of studying the peculiarities of the acoustic climate of vegetation in relation to clarifying the mechanism of the phenomenon of sound absorption, for which it is known that all the components of this medium-air, leaves, branches and small branches take a simultaneous and complex part in the processes of reflection, scattering and absorption of sound waves.

The methodology for both experiments consists of successive measurements of the average sound pressure levels at the measuring points and subsequent laboratory determination of the difference, with calculation of the sound absorption coefficient as an indicator of sound insulation. The measurements were carried out in all terz octave bands with geometric mean frequencies from 100 to 3150 Hz. The sound absorption coefficient and the difference in sound pressure levels created by plant barriers taken from the following plant species – silverleaf lime (*Tilia argentea* Desf.), ivy (*Hedera helix* L.), thuja (*Thuja occidentalis* L.), spruce (*Picea abies* Karst., and columnar juniper (*Juniperus communis* f. *hibernika*) had been determined.

5. Results and analyses

The analysis of the results was carried out by tracking the different options for the arrangement of the frames and for the different plant species, respectively, as follows.

According to the obtained results, dependences for the sound absorption coefficient frequency in the frequency range from 100 to 4000 Hz were created, respectively – 100, 125, 200, 250, 500, 625, 1000, 1125, 1250, 2000, 3125 Hz for all tested species in the three variants of the study – for single screen, double screen and double screen with air gap.

The data presented (Figs. 2, 3, 4) of the difference in noise levels for all species in the three variants, clearly highlight the trends of screen behavior depending on the species composition of the foliage studied and the screen design.

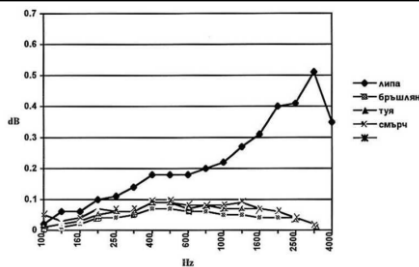


Fig.2. Noise absorption from single screen

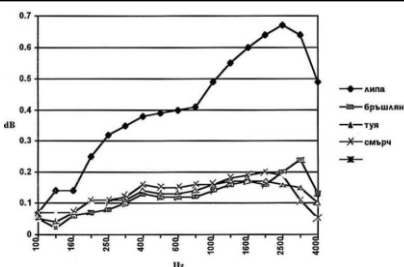


Fig.3. Noise absorption – double screen

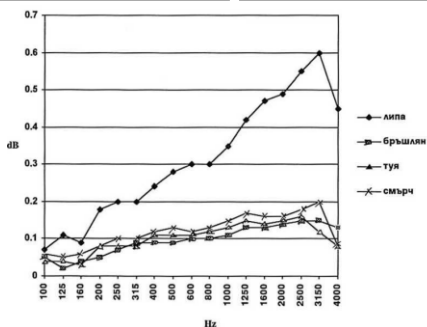


Fig.4. Noise absorption – double screen with gap between two screens

6. Conclusion

The modelling measurements carried out in the controlled situation of acoustic camera proved that vegetative screens have real noise insulation properties. In conclusion, it can be said that the results obtained for the sound absorption coefficient of all studied species – silverleaf linden, common spruce, western thuja and ivy, in all studied variants – single screen, double screen and double screen with air gap show noticeable sound absorption qualities. In all species, there is a clear maximum in the high frequencies – 2000 Hz. Broadleaved species are better sound absorbers, which is confirmed by the data of the deciduous tree representative, the silverleaf linden (*Tilia argentea* Desf.), which is the bearer of maximum (compared to the other three species) sound absorbing qualities. The maximum and the next highest high coefficient values are for the high-frequency terz-octave bands, being 0.67 for 2500 Hz, 0.64 for 2000 and 3150 Hz, 0.60 for 1250 Hz. The surface layer of the linden canopy absorbs more than half of the sound energy incident on it radiated from the permanent source of noise.

The coniferous species spruce (*Picea abies*), thuja (*Thuja occidentalis*) and ivy have very similar sound absorption coefficient values. The peak values for spruce and thuja are 0.20 and 0.17 at 2000 Hz, and for ivy it is 0.20 for 2500 Hz. The values for spruce are better in the lower frequencies, 400 Hz, and only in the high frequencies, in the 3150 Hz tercoctahedral band, does ivy have a peak value greater than the corresponding values for conifers.

It was proved that all vegetative screens – broadleaves and coniferous – show significant noise absorption characteristics. In addition, there are other valuable benefits from natural vegetation. Green areas have a significant influence on the health and well-being of urban residents by facilitating psychological relaxation and stress relief, providing enhanced opportunities for physical activity and reducing exposure to noise, air pollution and excessive heat.

7. References

- [1] EC (European Commission) 2015. Nature-based solutions & renaturing cities. Final report of the horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and renaturing cities' (full version), (European Commission. Publications Office of the European Union, Luxembourg. ISBN 978-92-79-46051-7. doi: 10.2777/765301
- [2] EEA (European Environment Agency), 2012. Urban adaptation to climate change in EU challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies
- [3] EEA (European Environment Agency) (2015) SOER 2015, The European environment-state and outlook. Urban systems briefing, Copenhagen. <http://www.eea.europa.eu/soer->. Accessed, May 2016
- [4] E. Erdogan E., M.E. Yarzin. 2009. Landscaping in reducing traffic noise problems in cities: Ankara case. African Journal of agricultural research, Vol.4(10), 1015-1022
- [5] P. Ivanova-Radovanova. 1996. The role of vegetation to abate noise in urban areas, PhD thesis, Published by Forest Technical University, Sofia
- [6] N. Kabish, H. Korn, J. Stadler and A. Bonn (2017). Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas-Linkages Between Science, Policy and Practice. In: Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., Bonn, A. (eds) Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_1
- [7] A. Karakoch, F. Turker. 2014. Effects of White Noise and Holding on Pain Perception in Newborns, Pain Management Nursing, Elsevier, Volume 15, Issue 4, December 2014, Pages 864-870, <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2014.01.002>
- [8] United Nations, Dept. of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations (accessed on 06 Nov 2022).
- [9] <https://www.citybuild.bg/news/izgradiha-opitni-obraztzi> (accessed, November 2022)

Автоматизация при измерване на осветеност в работна среда

Филостратос Титопулос

Технологично училище „Електронни системи“ към Технически университет – София (ТУЕС), 10 Г клас

Абстракт: Измерванията на физичните и химичните фактори на работната среда са основополагащи за безопасността и здравето на работещите хора. На базата на контролирането на фактори на работната среда (микrokлимат, осветеност, шум, химични агенти и др.) се оценяват професионалните рискове и се предприемат мерки за тяхното отстраняване, минимизиране или управление. Тези измервания се извършват от лица-специалисти, упълномощени от Изпълнителна агенция „Българска служба по акредитация“.

Осветеността все още е пренебрегван фактор на работната среда в ЕС, тъй като липсва европейски документ, който да регламентира изискванията към него и да определя значението му като важен фактор на работната среда. В същото време в България е в сила Наредба № 16-116/08.02.2008г. за техническа експлоатация на енергообзавеждането [2], която изисква ежегоден контрол и необходимост от бърза обработка на голям обем от данни.

Настоящата разработката има за цел да предложи техническо решение – инструмент под формата на приложение за документиране на измерването на осветеност. Използваните изследователски методи са: качествен анализ на съдържанието на документи (нормативни актове [1-3] и публикации, свързани с безопасността и здравето при работа (БЗР) в световната и национална практика) и анализ за изясняване на терминологичните въпроси. Използваните програмни продукти са: React native с Expo go – за приложението; Python flask – за backend и sqlite – за базата данни.

Инструментът документира в реално време измерването на физичния фактор осветеност, автоматично създавайки Протокол с конкретните резултати от измерването. С него се облекчава работата на специалистите, извършващи контрола и се съкращава времето за обработка.

Експертът въвежда входящата информация относно контролирания обект: използвано оборудване (луксметри), условията, при които се извършва контрола (работно място, помещение, равнина на измерването, вид на осветлението (общо или комбинирано), категория (разряд) на зрителната работа/група на помещението, вид и брой на работещите осветителни тела) и вписва три броя измервания в три точки съответно за всяка точка на контрол.

Инструментът калкулира средноаритметичната стойност от трите измервания и пренася резултата като стойност в Lx в протокола. Протоколът съдържа необходимите данни за извършване на оценка на съответствието с изискванията на действащите нормативни документи. На базата на данните автоматично се генерира и Сертификат от контрол.

Ключови думи

Физични фактори, работна среда, безопасност и здраве при работа

Повече от половината човешки живот преминава в работна и/или учебна среда, а също така и на закрито. Върху тази среда влияят редица фактори, които условно могат да бъдат разделени на няколко групи: физични фактори, фактори на микроклимата, химични фактори, биологични фактори, физиологични фактори, психични фактори и т.н.

Чрез измерване на факторите на работната среда се осъществява контрол на тяхното въздействие върху организма на работещите, оценяват се рисковете за здравето и безопасността и се предприемат действия за тяхното управление, намаляване или дори елиминирание. Най-честите измервания, които са необходими са тези на осветеност, микроклимат, шум, вибрации, заземители.

Осветеността е единственият фактор на работната среда, за който все още няма създадена европейска директива и който се подценява при оценка на риска за здравето на работещите. Той обаче е от особено значение при някои видове производствена дейност и съгласно изискванията на нормативните документи се измерва ежегодно. На работните места на закрито хората се нуждаят от зрителен комфорт, за да имат нормална зрителна способност [4]. Значението на естественото осветление е основно, но за да се достигнат нормите и изискванията се използва и изкуствено осветление, както и комбинация от двете.

Осветеността E на една повърхност с площ S се нарича светлинният поток Φ , който пада върху единица площ от повърхността и формулата е:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Осветеността може да бъде измерена с уреди, наречени луксметри (или фотоелектрични фотометри). Звената, упълномощени от Изпълнителна агенция „Българска служба за акредитация“ да извършват измервания на факторите на работната среда, се наричат Органи за контрол. В тях работят технически специалисти, най-често инженери, чиято работа е свързана с посещение на обекти за измервания и работа в офис, където се обработват измерванията и се документират резултатите в протокол (Фиг. 1) и сертификат (Фиг. 2) от контрол.

Ф. 08.05-0						
АКРЕДИТИРАН ОРГАН ЗА КОНТРОЛ						
Адрес:						
Тел: Факс: GSM						
e-mail:						
СЕРТИФИКАТ ЗА АКРЕДИТАЦИЯ, рег. №						
Валиден до: съгласно БДС EN ISO/IEC 17020:2012.						
Издаван от ИА БСА, гр. София, страна по многостранното споразумение ЕА МЛА						
ПРОТОКОЛ						
ЗА КОНТРОЛ НА ИЗКУСТВЕНО ОСВЕТЛЕНИЕ						
А						
1. КЛИЕНТ: АААААААААА						
bbbbb (идентификация на клиента)						
2. ОБЕКТ: ССССССССССССС						
ddddd (идентификация на контролната обект)						
3. ВИД НА ОБЕКТА: в експлоатация						
4. ОСНОВАНИЕ ЗА КОНТРОЛА: Заявка за контрол № / 00.01.2023 г.						
5. КОНТРОЛИРАН ПАРАМЕТЪР: Осветеност						
6. НОРМАТИВНИ АКТОВЕ:						
6.1. Метод за контрол: Методически указания 40-85 "Методи за измерване и оценка на изкуствено осветление в сгради" изд. Стандартизация 1985г.						
6.2. Нормативни изисквания: Наредба № 49, ДВ, бр.7/1976г.						
7. РЕЗУЛТАТИ ОТ КОНТРОЛА:						
№ по ред	Работно място, помещаване, равнина на измерване	Категория (зона) на зоната/зони на работното място/зони на измерването	Вид на осветителния тапа	Вид и брой на работното осветително тапа	Измерена осветеност lx	Норма за осветеност lx
Етаж 1						
1	PM - бюро	1	Общ	ЛЛ 3x450	117	300
2	PM - бюро	1	Общ	ЛЛ 3x450	317	300
3	PM - бюро	1	Общ	ЛЛ 3x450	334	300
4	PM - бюро	1	Общ	ЛЛ 3x450	373	300
5	PM - бюро	1	Общ	ЛЛ 3x450	378	300
6	PM - бюро	1	Общ	ЛЛ 3x450	374	300
7		1	Общ	LED 250	300	300
8		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
9		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
10		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
11		1	Общ	ЛЛ 6x250	#DIV/0!	300
12		1	Общ	LED 950	#DIV/0!	300
13		1	Общ	LED 950	#DIV/0!	300
14		1	Общ	LED 250	#DIV/0!	300
15		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
16		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
17		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
18		1	Общ	ЛЛ 6x250	#DIV/0!	300
19		1	Общ	LED 950	#DIV/0!	300
20		1	Общ	LED 950	#DIV/0!	300
21		1	Общ	LED 250	#DIV/0!	300
22		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
23		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
24		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
25		1	Общ	ЛЛ 6x250	#DIV/0!	300
26		1	Общ	LED 950	#DIV/0!	300
27		1	Общ	LED 950	#DIV/0!	300
28		1	Общ	LED 250	#DIV/0!	300
29		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300
30		1	Общ	ЛЛ 15x250	#DIV/0!	300

работна среда:

Преди създаване на мобилната апликация, която автоматизира измерването на осветеността в работната среда, бяха проучени и спазени принципите. Измерването на осветеност включва измерване на количеството светлина, падащо върху работна повърхност, което се изразява в единици, наречени „люкс“ (Lx), като 1 Lx е осветеността на повърхност с лице 1 м², върху която пада равномерно светлинен поток 1 lm (лумен).

2. Определяне на измервателната апаратура и типа сензор, който се използва при измерването:

Мобилното приложение позволява добавянето на списък с измервателната апаратура (люксметри), която се използва. На по-късен етап е предвидено добавянето на сензор за измерване на осветеността към таблета/мобилния телефон. Към момента има много налични сензори, включително сензори за околна светлина, фотодиоди и фотоволтаични клетки. Изборът на сензор ще зависи от фактори като точност, цена и съвместимост с мобилното устройство.

3. Разработване на мобилното приложение:

След като бъде избрана измервателната апаратура/сензорът, разработването на мобилното приложение включва проектиране на потребителски интерфейс, който позволява на потребителя да осъществи и документира контрола/измерването на осветеността и да покаже резултатите. В случай на използване на сензор, приложението ще трябва да комуникира със сензора и да обработва данните, които получава директно.

4. Тестване и прецизиране на приложението:

След като приложението е разработено, то ще бъде тествано, за да се гарантира, че работи правилно и по удобен и ефективен начин осигурява точни измервания на осветеността в работната среда. Може да се наложи прецизирането му с цел подобряване на неговата точност или използваемост.

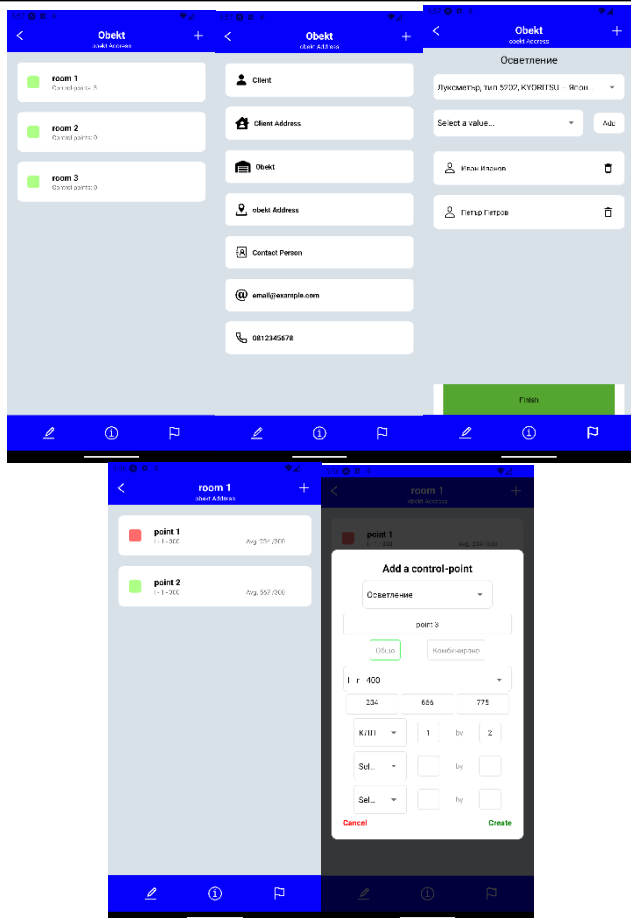
5. Публикуване / пускане в употреба на приложението:

След фазите на разработка и тестване, приложението ще се пусне в употреба от Орган за контрол, акредитиран от ИА „Българска служба за акредитация“. Ефективният маркетинг може да помогне за увеличаване на видимостта и приемането на приложението.

Използваните програмни продукти са: React native (Framework на Java Script) с Expo go – за приложението; Python flask (библиотека на Python за създаване на уеб страници и APIs) – за backend и sqlite – за базата данни.

Апликацията може да работи на двете оперативни системи Android и IOS.

Екраните на мобилното приложение изглеждат по следния начин (Фиг. 3):



Фиг. 3 Изглед на мобилно приложение за измерване на осветеност

Предимства от автоматизирането на процеса на измерване на осветеността в работна среда:

Сред предимствата от автоматизирането на процеса по измерване на физичния фактор осветеност в работната среда можем да открием:

- Точност: Автоматизираните подходи и сензори могат да предоставят по-точни и надеждни показания от ръчните измервания, намалявайки риска от грешки или несъответствия.
- Ефективност: Автоматизираните системи могат да измерват осветеността непрекъснато и в реално време, което позволява по-бързо идентифициране и разрешаване на проблеми.
- Спестяване на разходи: Автоматизирането на процеса може да спести време и ресурси, свързани с ръчни измервания, намаляване на разходите за труд

и минимизиране на необходимостта от поддръжка и ремонтни.

- **Безопасност:** Поддържането на подходящи нива на осветление на работното място е от съществено значение за безопасността, производителността и благосъстоянието на служителите. Автоматизираните системи могат да гарантират, че осветлението е постоянно и оптимизирано, намалявайки риска от инциденти или наранявания.

- **Съответствие:** Много отрасли са обект на стриктни разпоредби и стандарти относно нивата на осветеност на работното място. Автоматизираните системи могат да помогнат да се гарантира спазването на тези изисквания, избягвайки потенциални глоби или правни проблеми.

- **Екологична устойчивост:** Автоматизирането на процеса може да помогне за намаляване на потреблението на енергия чрез оптимизиране на нивата на осветление въз основа на заетостта и нивата на естествена светлина, намалявайки въглеродния отпечатък на работното място.

В заключение можем да отбележим, че с напредъка на технологиите и дигитализацията на живота ни, надеждното контролиране и документиране в реално време на фактора *осветеност в работната среда* може да гарантира, че работещите хора остават психически здрави, дори когато трябва да работят в среда, в която липсват подходящите или оптимални нива на осветление. Това условие може да се постигне, ако работниците получават и подходящо осветление, когато е необходимо. Следователно, работното място се нуждае от изследване, за да оцени връзката на въздействие на изкуственото осветление върху здравето на работещия човек.

Литература

- [1] БДС EN 12464-1 „Светлина и осветление. Осветление на работни места. Част 1: Работни места на закрито“
- [2] Наредба № 16-116 от 8 февруари 2008 г. за техническа експлоатация на енергообзавеждането
- [3] Наредба № 49 за изкуствено осветление на сградите от 1976 г.
- [4] M. Vieira Dias, A. Motamed, P. Sergio Scarazzato, and J. L. Scartezini, *Toward proper evaluation of light dose in indoor office environment by frontal luxmeter*, Energy Procedia, vol. 122, pp. 835–840, 2017.

Азбучен указател

Ivanova-Radovanova Petja.....	173	Манолова-Иванова Росица....	122
Атанасова Христина.....	52	Марекова Елисавета	128
Белчева Юлиана.....	87	Маринов Йордан Г.....	141
Вацкичева Майя.....	152	Михайлова Елица.....	87
Витларов Красимир.....	36	Мъглова Пенка.....	21, 147
Влахов Тодор Е.....	141	Огнянов Огнян	147
Георгиева Анета	63	Паров Цветан.....	21
Георгиева Ана И.	41	Паунков Николай	169
Георгиева Веселина.....	69	Петрова Христина.....	128
Герева Нина.....	97, 105	Писанова Екатерина	97, 105
Димитрова Нели	46	Попов Иван.....	158
Димова Весела	116	Попов Христо.....	30
Добрев Георги.....	169	Райкова Желязка . 36, 75, 97, 105,	
Драйшу Александър	7	111	
Екснер Гинка.....	57, 63, 69	Русинов Илко	136
Енева Светлана	87	Савов Пламен	152
Иванова Даниела	75	Спасова Мина.....	147
Иванова Елизабет	57	Стоев Алексей.....	21, 147
Кацарова Костадина	111	Титопулос Филостратос	179
Костадинова Стоянка	81	Филипова Марияна	91
Лалов Иван.....	15	Хаджиев Иван	169
		Хаджихристов Георги Б.	141

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) – 25 лв.

За членове на СФБ – 22 лв.

За ученици, студенти и пенсионери – 16 лв.

Ако желаете да се абонирате, пишете на
worldofphysics@abv.bg

Цена за 1 книжка – 7 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"**