

СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

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

**„ЯДРЕНАТА ФИЗИКА И
ЕНЕРГЕТИКА В
ОБРАЗОВАНИЕТО ПО ФИЗИКА“**

2 – 4 октомври 2020 г., София

Съорганизатори:

Физически факултет на Софийски университет „Св. Климент
Охридски“, Агенция за ядрено регулиране, Столична община,
БулАтом, Тита-Консулт ООД, АЕЦ „Козлодуй“ ЕАД,
Фондация „Еврика“

Медийни партньори: сп. Светът на физиката,

Национално издателство **ДЗ.РУКИ**, **Наука OFFNews**, **MediaBricks**



Национален организационен комитет:

Председател: проф. Иван Лалов

Зам.-председатели:

проф. Ана Георгиева

доц. Мая Гайдарова

доц. Петко Недялков,

Секретари: д-р Лилия Атанасова, Милка Джиджова,

Членове: проф. Никола Балабанов, проф. Тодор Мишонон, доц. Радост Василева, Пенка Лазарова, Александър Томов, д-р Петър Ванков, Ивайло Пастухов, Георги Георгиев

Програмен комитет:

Председател: проф. Ана Георгиева

Секретар: д-р Лилия Атанасова

Членове: проф. Георги Райновски, проф. Добромир Пресиянов, проф. Венцислав Русанов, проф. Иван Лалов, доц. Кристиан Митев, доц. Митко Гайдаров, доц. Венелин Кожухаров, доц. Ивайло Христосков, доц. Мая Гайдарова

Сборникът е съставен под редакцията на:

проф. д.фз.н. Иван Лалов

проф. д.фз.н. Ана Георгиева

доц. д-р Мая Гайдарова

XLVIII Национална конференция по въпросите на обучението по физика
„Ядрената физика и енергетика в образованието по физика“

Издание: © СФБ

ISBN 978-954-91841-4-3

Всички права са запазени

Съдържание

ПРЕДГОВОР	6
ПОКАНЕНИ ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ	
<i>Илияна Петкова, Александър Томов, Перспективи и предизвикателства при кадровото обезпечаване на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД</i>	9
<i>Никола Балабанов, Приносът на българските физици и инженери в развитието на ядрената физика и енергетика</i>	16
<i>Ана И. Георгиева, Защо да изучаваме ядрена физика?</i>	22
<i>Цветан Велинов, Гошо Гоев, Тома Томов, Експериментална лаборатория за работа с учители и ученици</i>	31
<i>Константин Илчев, Венелин Кожухаров, Субядрената физика в университетското образование по физика</i>	31
ДОКЛАДИ ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ	
<i>Николай Долчинков, Обучението по ядрена физика в НВУ „Васил Левски“</i>	42
<i>Николай Долчинков, Бонка Енчева Караиванова-Долчинкова, Развитие на ядрената енергетика в България</i>	48
<i>Наташа Иванова, Студенти медици и ядрената физика</i>	54
<i>Николай Такучев, Комбиниран сателитен и наземен мониторинг на въздушното замърсяване над София – резултати и изводи</i>	60
<i>Alexander Ganchev, Teaching Quantum Mechanics without Calculus</i>	66
<i>Николай Ангелов, Величини, влияещи на контраста при лазерно маркиране на метали и сплави</i>	71
<i>Мирослав Костов, Пенка Стоева, Алексей Стоев, Термоядрения синтез в Слънцето, нагряването на слънчевата корона и слънчево – земните взаимодействия като теми за изследователска работа за дипломанти и докторанти</i>	77

ДОКЛАДИ СРЕДНО ОБРАЗОВАНИЕ

<i>инж. Надежда Ранделова</i> , Обучението по специалностите „Ядрена енергетика“ и „Управление на радиоактивни отпадъци“ в ПГЯЕ „И. В. Курчатов“ гр. Козлодуй.....	84
<i>Димитрина Манолова</i> , Един вариант за организация на часовете от раздел „От атома до Космоса“, дял „Атомно ядро“ в професионалните гимназии.....	90
<i>Николай Цонев, Калин Ангелов</i> , Учебният експеримент по физика (УЕФ) като фактор за повишаване мотивацията на учителя и ученика в образователния процес.....	97
<i>Свежина Димитрова, инж. Зорница Захариева</i> , Приложение на обучението в ЦЕРН в учебните програми по физика	102
<i>Румяна Хаджийска</i> , Открити уроци с данни на експеримента CMS в CERN	108
<i>Христо Попов</i> , Защо и как да разкрием предизвикателствата, скрити в една стандартна задача.....	113
<i>Алексей Стоев, Мина Спасова, Пенка Стоева</i> , Изотопната датировка в геофизиката и археологията – път към абсолютната хронология на процеси и събития на Земята и в Цивилизацията	120
<i>Дамяна Грънчарова, Желязка Райкова</i> , Методи за формиране на научна грамотност при изучаване на атомна и ядрена физика в средното училище	126
<i>Недялка Траянова</i> , Алтернативни модели на обучение по атомна и ядрена физика в средното училище.....	133
<i>Фабиен Кунис</i> , Използване на интерактивни симулации, видеоклипове и анимации в обучението по атомна и ядрена физика в училищния курс.....	139
<i>Костадина Кацарова, Желязка Райкова</i> , Възможност за прилагане на изследователския подход при изучаването на теми от микросвета	133
<i>Юлиана Белчева, Лиляна Грозева, Светлана Енева</i> , Преходът на Блез Паскал от физика към метафизика – интердисциплинарен урок по физика и астрономия и философия в X клас	152
<i>Пенка Василева, Мария Якова</i> , Атомно ядро – част от невидимия микросвят.....	157

<i>Пенка Стоева, Любомира Райкова, Алексей Стоев, Ядрените реакции във Вселената – основа на курса по физика на звездите и Слънцето в школите по астрономия и астрофизика</i>	161
<i>Николай Цонев, Калин Ангелов, Протоколите от учебният експеримент по физика (УЕФ) като инструмент за оценка на научната грамотност на ученика в образователния процес</i>	167
ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ	173

ПРЕДГОВОР

Този том с материали от ежегодните конференции на Съюза на физиците в България /СФБ/ съдържа докладите представени на **48-ата НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА**. След отлагане поради наложената карантина от КОВИД-19 конференцията се проведе от **2 до 4 октомври 2020 г.** във Физическия факултет (ФзФ) на СУ „Св. Климент Охридски“. **Основни организатори** на конференцията бяха Съюзът на физиците в България (СФБ), Физическият факултет на СУ и Министерство на образованието и науката (МОН) със съорганизатори: Агенция за ядрено регулиране, Столична Община, Тита-Консулт, БулАтом, АЕЦ „Козлодуй“ ЕАД и фондация „Еврика“.

Поради констатираното на 47 НК през 2019 г. във Велико Търново тревожно състояние на липса на достатъчно кадри за нуждите на българската енергетика и проблеми в подготовка им за ефективна и ползотворна работа в тази област, темата на конференцията бе определена през м. септември 2019 г. от Управителния съвет (УС) на СФБ като: **„ЯДРЕНАТА ФИЗИКА И ЕНЕРГЕТИКА В ОБРАЗОВАНИЕТО ПО ФИЗИКА“**.

Според възможностите, които дава такъв форум, Националният организационен и Програмният комитети преследваха следните цели:

- Информация за участниците за някои съвременни изследвания и постижения в ядрената физика и ядрената енергетика.
- Кратък анализ на представянето на тези области в средните училища и университетите.
- Информация за риска от ядрени аварии и преодоляване на ядрената фобия.
- Привличането на вниманието на учители и специалисти към по-широка информираност на младите относно възможностите за кариера в ядрената енергетика (ЯЕ).
- Дискусия за проблемите на подготовката на специалисти по ЯЕ във висшите училища.

Тези цели в различна степен бяха реализирани в докладите и дискусиите.

Общият брой участници – ученици, студенти, докторанти, учени от научни организации, преподаватели от висши и средни училища, беше около 130. През трите дни на конференцията се проведеха 7 заседания с общо 43 доклада, от които 8 – поканени пленарни, 19 устни и 18 постерни доклада, а 6 от заявените доклади не бяха представени.

Докладите бяха разпределени в следните сесии: Пленарни (поканени), устни и постерни в секции „Висше“ и „Средно“ образование и постерна сесия за студенти и други участници. Презентациите на по – голямата част от поканените доклади ще бъдат публикувани и на интернет страницата на конференцията. Проведена бе и специална Младежка сесия за ученици, като за нея е публикуван отделна книжка с материали.

Интерес сред участниците предизвика и проведената дискусия на тема **„Подготовка на кадри за ядрената енергетика“** с водещ **проф. Георги Райновски**, който я откри с представяне на основните проблеми в подготовка на

кадри не само за ядрената енергетика, а и за преподаватели по физика в средното и висше образование, както и за изследователи и приложници в ядрената физика. Дискутирани бяха и основните фактори, водещи до намаляване на интереса у ученици и студенти към физиката. Въз основа на тази дискуссия и изнесените доклади бяха подготвени „Изводи и препоръки на 48-ата Национална конференция“, които ще бъдат публикувани в края на този сборник.

Редакторите на този том искат да благодарят на всички колеги от организационния и програмния комитети комитет и по специално на Георги Райновски, Пенка Лазарова, Милка Джиджова, Лилия Атанасова, Митко Гайдаров, Веселина Илиева от клон „Клуб на физиците“ Съществени заслуги за безпроблемното административно обслужване на конференцията имат и счетоводителката на СФБ Веска Кирилова и д-р Виктор Гущеров.

И накрая, бихме искали да благодарим на всички участници в 48-ата НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВЪПРОСИ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА за техния принос в приятната научна атмосфера, както и на участниците, които допринасят за настоящия том. Надяваме се, че научното ниво и качеството на включените статии доказват важноста на темата на конференцията ще допринесат за осъществяването на нейните цели.

Иван Лалов
Ана Георгиева
Мая Гайдарова

ПОКАНЕНИ

ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

Перспективи и предизвикателства при кадровото обезпечаване на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД

*Илияна Петкова, Александър Томов
„АЕЦ Козлодуй“ ЕАД*

Абстракт: Законът за безопасно използване на ядрената енергия задължава „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД, като носител на лицензия за експлоатация на ядрено съоръжение, да притежава достатъчно квалифициран и правоспособен персонал с ниво на образование и подготовка за всички дейности по експлоатация на съоръженията.

Предоставянето от АЯР на лицензия за експлоатация на блокове 5 и 6 за следващите 10 години и обоснования им ресурс за още 30 години изисква от централата да осигури необходимия персонал, гарантиращ безопасната ѝ експлоатация.

В „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД към месец януари 2020 г. работят около 3700 души, като 80 от тях са физици, заемачи ключови длъжности – главен дежурен АЕЦ, дежурен на атомен енергоблок, инженер старши по управление на реактора, контролиращи физици, експерти по реакторно-физични анализи, физици „Спектрометрично измерване на човека“ и други.

В „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД е извършен анализ, в резултат на който са определени най-приложимите технически специалности, приоритетни за АЕЦ Козлодуй. За тези специалности са стартирани редица от дейности:

- постоянен прием на документи на кандидати за работа в АЕЦ по 30 приоритетни специалности от висшето образование;
- предоставяне на стипендии на студенти от Технически университет – София и Софийски университет „Св. Климент Охридски“, включително и за първокурсници, записали определените специалности, със среден успех от средното образование над 5,00;
- развита стажантска програма за студенти – платени и неплатени, групови и индивидуални стажове;
- поддържане на тесни връзки с БАН, с техническите университети в страната, със Софийския университет;
- от дванадесет приоритетни специалности от средното образование, осем вече са включени в списъка със защитените специалности;
- и други.

Наблюдаваните известни затруднения, които изпитва „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД с назначаването на нови кадри, могат да бъдат обобщени до два основни проблема: недостатъчен брой дипломиращи се специалисти и сравнително ниско ниво на знанията и уменията, които те притежават в края на своето обучение в професионалните гимназии и техническите университети.

Изложение

Законът за безопасно използване на ядрената енергия задължава носителите на лицензии и експлоатиращите организации, за извършване на дейности по използването на ядрената енергия, работа с източници на йонизиращи лъчения и

по управлението на радиоактивните отпадъци и отработеното гориво да наемат на работа само лица, които отговарят на установените нормативни изисквания за образование, правоспособност за работа в ядрени съоръжения или с източници на йонизиращи лъчения.

Необходимо условие за получаване на лицензия за експлоатация на ядрено съоръжение, съгласно ЗБИЯЕ, е заявителят да притежава достатъчно квалифициран и правоспособен персонал с ниво на образование и подготовка за всички дейности по експлоатация на съоръженията.

Предоставянето от АЯР на лицензия за експлоатация на блокове 5 и 6 за следващите 10 години и обосновавания им ресурс за още 30 години изисква от централата да осигури необходимия персонал, за да гарантира безопасната експлоатация на ядрените съоръжения. Основна цел на политиката по управление на човешките ресурси и на политиката по обучение и квалификация на персонала е осигуряване на компетентен, мотивиран и квалифициран персонал.

В „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД към месец януари 2020 г. работят около 3700 души, като 80 от тях са физици, заемащи различни длъжности – Главен дежурен АЕЦ, Дежурен на АЕБ, Инженер старши по управление на реактора, Инженер по управление на реактора, Контролиращи физици, Главни експерти „Реакторно-физични анализи“, Физици спектрометрично измерване на човека и други.

Средната възраст на персонала е 46 години, а средният им трудов стаж в централата е 20 години. 56% от работещите са с висше образование, а 31% – със средно професионално образование.

Съхранението и предаването на ядрените знания в етап на смяна на поколенията е основен приоритет в политиката по управлението на човешките ресурси в АЕЦ „Козлодуй“.

С цел своевременно осигуряване на подготвени заместници за заемане на ключови длъжности в Дружеството, е разработен План за потребности от персонал за ключови длъжности в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД. Определя се резерв от специалисти, които да се обучават по индивидуални учебни програми за заемане на тези ключови длъжности след освобождаването им. За длъжностите от оперативната експлоатация се подготвят възможно по-голям брой служители, с цел осигуряване на достатъчно правоспособни оператори.

За осигуряване на персонал за дългосрочната експлоатация на блоковете в АЕЦ „Козлодуй“ особено внимание е насочено към привличането на млади хора за осигуряване на предаването на натрупаните дългогодишни специфични знания и опит.

За определяне на бъдещите нужди от компетенции в организацията в периода на дългосрочната експлоатация (ДСЕ) на 5 и 6 блок, е извършен анализ, в резултат на който са определени най-приложимите технически специалности от висшето образование, приоритетни за дружеството (Таблица 1):

№	Специалност	№	Специалност
1	Ядрена енергетика	17	Ядренофизични методи
2	Топло и ядрена енергетика	18	Ядрена енергетика и технологии
3	Промислена топлоенергетика	19	Ядрена химия
4	Електроенергетика и електрообзавеждане	20	Химия
5	Топлотехника	21	Радиохимия

ПОКАНЕНИ ПЛЕНАРНИ ДОКЛАДИ

№	Специалност	№	Специалност
6	Хладилна и климатична техника	22	Радиохимия и радиоекология
7	Електроснабдяване и електрооб- завеждане	23	Органична химия
8	Електроника	24	Инженерна химия и съвременни материали
9	Автоматика, информационна и управляваща техника	25	Материалознание
10	Компютърно управление и авто- матизация	26	Химия и екология
11	Машиностроителна техника и технологии	27	Химични технологии
12	Машиностроене и уредостроене	28	Електрохимични технологии и защита от корозия
13	Хидравлична и пневматична техника	29	Химично инженерство
14	Инженерна физика	30	Неорганични вещества
15	Физика	31	Безопасност на производствата и защита при бедствия и аварии
16	Приложна ядрена физика		

Таблица 1. Приоритетни специалности за „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД от висшето образование

Стартирани дейности в областта на висшето образование

➤ От месец юни 2019 г., на сайта на дружеството е обявен постоянен прием на документи на кандидати за работа в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД по 30 от гореизброените приоритетни специалности от висшето образование, с цел съкращаване времето за подбор и възможност за привличане на специалисти от цялата страна.

➤ Стипендиантска програма, която има за цел да популяризира възможностите за реализация в ядрената индустрия и да подпомага процеса на професионално израстване на младите хора. С това дружеството дава своя принос за формиране на следващото поколение енергетици, които да продължат безопасната и надеждна експлоатация на ядрените мощности, а именно:

- От две години „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД предоставя стипендии на студенти от Техническия университет – София и Софийски университет „Св. Климент Охридски“, обучаващи се в особено важните за дружеството специалности „Ядрена енергетика“, „Ядрена техника и ядрена енергетика“. След завършване на обучението лицата се ангажират да работят в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД. Дружеството има сключени договори с 16 стипендианти, на които заплаща таксата за обучение и стипендия в размер на 1000 лв. на семестър, при постигане на определените изисквания за успех;

- От 2019 г., с цел стимулиране интереса на учениците към техническите специалности, е обявена и стипендия за първокурсници, записали определените специалности, със среден успех над 5,00 от средното образование. Двама отлични ученици, записали специалността „Ядрена техника и ядрена енергетика“ в СУ през 2019 г. споделиха, че са били мотивирани от информа-

цията за тази стипендия. През същата година са сключени договори със 8 стипендианти, 7 от които са първи курс.

➤ Стажантска програма. От 16 години дружеството има развита стажантска програма – платени и неплатени, групови и индивидуални стажове, като за този период Дружеството е имало 344 стажанта, студенти в различни университети в България. От 2019 г. платените летни стажове се провеждат само за определените за приоритетни технически специалности, с цел фокусиране върху потребностите на Дружеството. Продължителността на стажа за първи път е до два месеца, за да могат студентите да работят по-дълго в реална среда и да придобият представа за изпълняваната работа, а месечното възнаграждение в размер на 900 лв. През 2019 г. в платените летни стажове са участвали 23-ма студенти.

➤ Активна работа с академичните среди в страната. Поддържат се тесни връзки с Българската академия на науките, с техническите университети в страната – София, Габрово, Русе и техните филиали, със Софийски университет „Св. Климент Охридски“. „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД има сключени споразумения за сътрудничество с БАН, ТУ – София и ТУ – Габрово. Технически университет гр. Габрово и Технически университет гр. София провеждат обучение на студенти в учебния център на централата.

➤ „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД редовно подкрепя и участва в кариерните форуми и базари на професиите, организирани от висшите технически училища или други организации където представяме работата в централата и възможностите за развитие в нашия бранш, не само в АЕЦ. Равносметката от участието в тези форуми показва, че младите хора проявяват интерес към най-голямото електропроизводствено предприятие в България и считат за много ценен директния контакт с представители на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД.

Дейности в областта на средното професионално образование

След направен анализ на длъжностите са определени 12 специалности за средно образование с най-широко приложение в Дружеството (Таблица 2):

№	Специалност	№	Специалност
1	Технология на машиностроенето	7	Компютърна техника и технологии
2	Електроенергетика	8	Компютърни мрежи
3	Електрообзавеждане на производството	9	Автоматизация на непрекъснати производства
4	Ядрена енергетика	10	Автоматизирани системи
5	Топлотехника – топлинна, климатична, вентилационна и хладилна	11	Технологичен и микробиологичен контрол в химични производства
6	Промислена електроника	12	Технология на неорганичните вещества

Таблица 2. Приоритетни специалности за „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД от средното образование

➤ За тях са предприети мерки за запазването им, като от същите 8 вече са

включени в списъка със защитените специалности и в списък със специалностите от професии с очакван недостиг от специалисти на пазара на труда на МОН.

➤ Предстои сключване на споразумение за сътрудничество с ПГЯЕ „Игор Курчатов“ в гр. Козлодуй за подпомагане на обучителния процес, провеждане на ученически стажове и практики и подобряване на материалната база.

➤ Заявено е желанието на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД и е стартирана процедурата за дуално обучение по специалностите „Ядрена енергетика“ и „Топлотехника“ в ПГЯЕ „Игор Курчатов“, гр. Козлодуй.

➤ От юли 2019 г. „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД има представител в Секторния съвет по електромобилност към МОН, където се провеждат регулярни срещи и се набелязват мерки по повишаване качеството на образователния процес, насърчаване на интереса на учениците към STEM-науките /Science, Technology, Engineering, Math/ и кариерното им ориентирание, установяване на партньорски отношения между бизнеса и училищата.

➤ „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД участва и подкрепя различни тематични ученически състезания за стимулиране интереса към техническите науки и подпомагане изяви на учениците.

Освен изброените мерки, „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД продължава да търси възможности за привличане на млади хора, като особено внимание се обръща на дейностите, свързани с насърчаване на учениците за стимулиране интереса им към техническите науки.

➤ Предвижда се регламентиране на условия за предоставяне от централата на стипендии на ученици, обучаващи се в професионалните гимназии по ядрена енергетика в гр. Козлодуй и гр. Белене.

➤ С помощта на РУО гр. Плевен и гр. Враца стартираха и ще продължат да се организират срещи с ученици от гимназии, с цел ранно кариерно ориентирание.

➤ Обсъжда се с представителите на МОН да се включи в обема на разширената подготовка на учениците от професионалните гимназии обучение по Ядрена енергетика и физика, като доказани експерти в областта да осигурят експертна помощ за подготовка на учебните материали, както и да направят обучение на преподавателите по темите. „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД предлага освен експертна помощ да осигури и възможност за провеждане на тези учебни часове на площадката на централата с цел засилване интереса на учениците.

„АЕЦ Козлодуй“ ЕАД е отворена и осигурява възможност за посещения в централата цялогодишно по заявка, с цел запознаване с работата на най-голямото електропроизводствено предприятие в страната. Предвижда се организиране и на тематични посещения, с цел засилване интереса на студентите и учениците, които да бъдат с акцент по специалността, която изучават, както и изнесени уроци.

Инициатива „Мениджър за един ден“

Традиционното участие на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД в националната инициатива „Мениджър за един ден“ е израз на ясни ангажимент на дружеството към младите, свързано с избора на професия и кариерното им развитие. Атомната централа вече 11 години се включва в инициативата. В рамките на един работен ден ученици от средните училища поемат предизвикателството да участват в практическата работа на ръководството на АЕЦ. Те не само се включват в непосредствените делови ангажименти на мениджърите, но и решават съвместно с тях управленски казуси и участват в тренинги за придобиване на мениджърски уме-

ния.

Предизвикателства при обезпечаването с персонал

➤ **Липса на интерес към ядрената енергетика от кандидат-студентите.** Младите хора избягват инженерните специалности поради това, че както в основното им образование, така и в средното, точните науки имат все по-малка тежест и съответно те не се чувстват уверени, че могат да се справят с подобно обучение. Профилирането на средното образование не е съобразено с нуждите на икономиката, а по-скоро със „съвременните тенденции“. Професионалните гимназии в много градове вече не обучават по специалности, които биха били полезни за промишлеността, а произвеждат специалисти по специалности с т. нар. „модерен“ профил. Във висшето образование проблемите са сходни и са отчасти следствие на проблемите в средното образование. Съгласно статистиката на НСИ (2018 г.) например, дипломиралите се студенти в професионално направление „Бизнес и администрация“ съставляват половината от общо дипломиралите се студенти в страната.

➤ **Липса на достатъчно студенти в инженерните специалности.** Ако вземем за пример изменението на броя на обучаваните в бакалавърската специалност „Топлоенергетика и ядрена енергетика“ и магистърската „Ядрена енергетика“ в Технически университет – София през последните 13 години, то видимо се забелязва силно намаленият брой на избиращите специалността и съответно на дипломиралите се бакалаври, като единствената положителна тенденция е повишеният дял на магистрите, най-вече благодарение на специализираното обучение, провеждано на територията на АЕЦ „Козлодуй“. Необходимо е да се отбележи, че известна част от обучаващите се в специалност „Ядрена енергетика“ вече работят в „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД и не може да се считат за бъдещ ресурс за централата. Подобно, ако не и по-сериозно е и положението с дипломиращите се студенти от специалностите „Ядрена техника и ядрена енергетика“ и „Ядрена енергетика и технологии“ във Физическия факултет на СУ.

➤ **Повишаване на качеството на обучение.** Необходимостта от повишаване качеството на обучение в средните и висшите училища е проблем, придобил особена острота през последните години. Към текущият момент, за да обезпечи необходимият персонал, „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД е принудено да занижи изискванията при подбор на персонал и да вложи значителен ресурс за неговото обучение преди да го допусне до работно място. Така например, за едно работно място, за персонал със средно техническо образование, кандидатстват между 50 и 70 кандидати, като част от кандидатите имат висше образование по тази специалност, с входящия тест успяват да се справят не повече от 20% при занижени изисквания към сложността на теста. Ситуацията с кандидатите за работни места, изискващи висше образование, е аналогична с гореописаната за средно техническо образование. Затрудненията се пораждат от ниското ниво на знанията и уменията, които те притежават в края на своето обучение в професионалните гимназии. Следствие на този факт са все по-ниското образователно ниво на записващите се да се обучават във висшите училища и допълнителните трудности с поддържането на нужното качество на образование в университетите. Крайният резултат от този процес, касаещ „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД по отношение на кадровото обезпечаване, е недостатъчен брой специалисти, подходящи за назначаване в централата.

➤ **Насърчаване на учениците да учат технически науки STEM.** Един от пътищата за преодоляване на проблемите пред обезпечаване на „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД с квалифициран персонал е насърчаване ориентацията на младежите от средните училища да изберат развитие в областта на техническите науки, чрез използване на подхода „STEM“. Подходът „STEM“ е основан на идеята за фокусирано обучение по четирите направления – наука, технология, инженерство, математика, – в интердисциплинарен и приложен аспект. Както беше споменато в настоящия доклад, „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД активно участва и подкрепя различни инициативи за повишаване на интереса на учениците към STEM-науките и кариерното им ориентиране към техническите специалности, приоритетни за централата.

➤ **Сътрудничество между бизнеса, образователните и държавните институции.** Това е съществен елемент от комплексен подход за решаване на проблемите в средните и висши технически учебни заведения, който изисква бързи и ефективни действия от страна на държавните институции, ангажиран интерес и предприемане на стъпки от страна на работодателите към профилиране на процеса на обучение на младите кадри, както и активен отклик на образователните институции, в името на спиране на регреса в образователната система и повишаване качеството на обучение на младото поколение в България. Целесъобразна мярка в тази насока би било включването на специалностите „Ядрена енергетика“, „Ядрена техника и ядрена енергетика“ и „Ядрена енергетика и технологии“ в списъка със защитените специалности на МОН.

От позицията на работодател, „АЕЦ Козлодуй“ ЕАД е предприела и ще предприема активни действия, свързани с професионалната ориентация на учениците и студентите, за постигане на своите цели и мисия – да гарантира енергийното бъдеще на България чрез безопасно, ефективно и екологично чисто производство.

Приносът на българските физици и инженери в развитието на ядрената физика и енергетика

публична лекция

*Никола Балабанов
Пловдивски университет*

Ядрената физика е едно от новите направления на физическите науки, в което се изучават свойствата и взаимодействията на най-малките градивни частици на материята – атомните ядра и техните съставки. Те, на свой ред, определят свойствата и „поведението“ на всички макротела, в т.ч. на Човека и на Космоса. Под влияние на ядрената физика, на границите ѝ с почти всички природни и технически науки, възникнаха нови направления, като: ядрена химия, радиобиология, ядрена медицина, ядрена астрофизика, ядрена електроника и приборостроене и др. Първостепенно значение за световната икономика има развитието на ядрената енергетика, която произвежда съществена част от необходимата за човечеството енергия.

Всичко това дава основание да се смята, че знанията по ядрена физика трябва да се приемат като необходим елемент от културата на съвременния човек, а това определя мястото им в училищните програми на обучение.

Известно е, че освен знания, обучението трябва да осигурява и духовно-нравствено възпитание на учащите се. Сред различните подходи, използвани за тази цел, бих изтъкнал въвеждането на биографични данни за най-изявените учени в конкретните области на науката, както и етическото осмисляне на техните биографии.

По традиция, в учебниците, включващи материал по ядрена физика, се поместват кратки биографии на световно известни учени (Бор и Ръдърфорд, Ферми и Чадуик, и др.). Никъде, обаче, не се споменава за участието и приносите на българските учени в тази област. Това не е упрек към авторите, а пропусък-недостатък, който е присъщ и на учебниците, в които аз съм съавтор. Отстраняването на този недостатък, според мен, ще се отрази благоприятно върху възпитанието на учащите се.

Навялязъл във физиката по средата на миналото столетие, заедно с началото на развитието на ядрената физика и енергетика у нас, аз мога да споделя много спомени, впечатления и оценки за участниците в онези процеси. Но за да не допусна субективизъм и едностранчивост, ще използвам оценките, формулирани в най-авторитетни издания. Изключително полезен в това отношение е текстът в Енциклопедия „България“, посветен на развитието на ядрената физика у нас [1].

В този текст са споменати имената на повече от 30 наши специалисти, без списъкът да е изчерпателен. В различна степен аз съм общувал с всички посочени лица – някои бяха мои преподаватели, други – колеги от Университета, с останалите съм провеждал съвместни изследвания, творчески срещи и т.н. По-подробни сведения за техните приноси могат да се намерят в юбилейните издания на БАН и на висшите училища. Аз ще се огранича с кратко изложение на биографиите на двама от пионерите на ядрената физика у нас. Тези биографии са

интересни не само заради постиженията на посочените учени, а и защото в тях са отразени и особеностите на епохата, в която те живееха и творяха.

На 18 септ. 1961 е пуснат в действие първият бълг. ядрен реактор, построен със съв. помощ. Слага се началото на изследвания по физика на ядрените реактори (В. Й. Христов, Н. Янева, С. Русков, Ив. Пандев и др.), започва подготовката на кадри за нуждите на ядрената енергетика. Голяма роля за развитието на ядреното направление във Ф. н. има създаването на Обединения институт за ядрени изследвания (ОИЯИ) в Дубна (СССР, 1956). В него се подготвят първите бълг. специалисти по ядрен спектроскопия (Ж. Желев, В. Андрейчев, Цв. Вълв и др.), ядрени реакции и теория на атомното ядро (Ем. Наджаков, Ив. Петков, Ч. Стоянов и др.) и неутронна физика (Н. Кашукеев и др.). Бързо се развиват изследванията по приложение на ядренофиз. методи в науката и техниката, радиологията, радиационната химия и производството на изотопи (Цв. Бончев, Сл. Орманджиев, Т. Русков, Ив. Ванков, Н. Балабанов, Й. Савов, Ив. Узунов, П. Каменов, М. Маринов, Бл. Амов, Тр. Троев, М. Михайлов и др.). Със съдействието на ОИЯИ се развиват и експерименталните изследвания по физика на високите енергии и космичните лъчения (П. Марков, В. Заячки, П. Девенски, Вл. Пенев, Н. Ангелов, Б. Бетев, Н. Ахабабян, Й. Стаменов, Л. Попова и др.). П. Марков и В. Заячки, съвместно с 11 съв. учени, са автори на откритието „Закономерност за изменение на радиуса на силното взаимодействие на протони при високи енергии“ (диплом, издаден 1982 в СССР и 1988 в Б-я).



Безспорно, първият български ядрен физик е д-р Елисавета Карамихайлова [2]. Не случайно тя е наричана „Първата дама“ на физиката у нас, „българската Мария Кюри“ и др. Тези признания тя получи след смъртта си, а приживе е трябвало да изтърпи твърде много тревоги и разочарования.

Д-р Е. Карамихайлова е родена през 1897 г. в гр. Шумен и принадлежи на род, носител на възрожденския дух в този град. Известно е, че през всичките векове на своето съществуване гр. Шумен е бил изявено културно средище, а през XIX век се откроява сред най-активните центрове на българското Възраждане.

Бащата на Е. Карамихайлова, д-р Иван

Карамихайлов, е завършил медицина във Виена, по-късно оборудва болница в собствената си къща; доброволен участник е във войните през 1912-19 години, а след тях е един от инициаторите за организиране на обществено здравеопазване у нас. Житейският път на Е. Карамихайлова показва, че тя възприема възрожденския дух на своя баща и на родния си град.

Завършила специалност „Физика и математика“ във Виенския университет и защитила докторат по философия (1922 г.), тя се прибира в България и прави постъпки за работа в Софийския университет. Опитът е неуспешен и тя се връща във Виена, където постъпва на работа в Радиевия институт в Австрийската академия на науките. През следващите 10-15 години тя прави нееднократно опити да постъпи в БАН или СУ, но все безуспешно. Неуспехите ѝ се дължат на един неин природен „недостатък“ – тя е жена, а според преобладаващото по онова време обществено мнение, в науката място за жени няма. Това мнение се споделя в почти всички европейски страни. Радиевият институт във Виена е един от първите, който се е отърсил от това средновековно мислене и напълно е спечелил името на „Мека на жените“.

В Радиевия институт Е. Карамихайлова участва в изследвания по усъвършенстването на скинтиляционния метод за регистриране на заредени частици. По-късно, в началото на 30-те години, тя се включва в изследвания, особено актуални за онова време.

През 1930 г. немските физици В. Боте и Г. Бекер откриват силно проникващо лъчение при бомбардиране на атомните ядра с алфа-частици. След тях със същите изследвания се заемат френските физици – съпрузите Ирен и Фредерик Жолио-Кюри. Е. Карамихайлова също се включва в група, която изследва реакцията „ $\alpha + \text{Po}$ “ и констатира проникващо лъчение, което идентифицира като високоенергетично гама-излъчване, неизвестно дотогава. Първ Дж. Чадуик през 1932 г. стига до заключението, че това са частици с нулев заряд и равни по маса с протоните. Наричат ги неутрони. По-късно Е. Карамихайлова споделя, че не е имала „късмет“ да открие неутроните. А „късметът“ на Чадуик се дължи на това, че е бил от школата на Ръдърфорд, който е предсказал съществуването на неутрона още през 1920 г.

През следващите години неутроните се превръщат в основно средство за изучаване на атомните ядра. През 1934 г. Ирен и Фредерик Жолио-Кюри откриват изкуствената радиоактивност. Оказва се, че при облъчване с неутрони на ядра, принадлежащи на елемент с пореден номер Z , се получават ядра на $(Z + 1)$ -ия елемент. Те са радиоактивни поради нарушеното съотношение в броя на протоните и неутроните. Това откритие възражда мечтата за търсене на свръхтежки елементи с $Z \geq 92$ чрез облъчване на елементите от урановата граница с неутрони. И отново Е. Карамихайлова е сред пионерите в тези изследвания. В Кеймбридж тя участва в изследване на реакцията „ $n + \text{Th}$ “ (торият е 90-ия елемент в Периодичната система). Увлечени в търсенето на нови елементи, много учени (в т.ч. и Е. Карамихайлова) изпускат възможността да направят много по-важно откритие. Става дума за деленето (разцепването) на атомните ядра, открито от Хан и Шрасман през 1939 г. Реакциите с делене на ядрата са забележителни с това, че при тях се отделя огромно количество енергия. По-нататъшните изследвания са насочени в две направления – използване на ядрената енергия като разрушителна сила и като алтернативен източник на енергия.

Припомням тези събития, за да се види, че д-р Е. Карамихайлова е била активен участник в тях. Впрочем, 1939 г. е знаменателна в известно отношение и за нея. Тя е избрана за доцент в Софийския университет. Това е събитие от национален мащаб, защото Е. Карамихайлова е първата хабилитирана жена в България. Това събитие е отбелязано дори в централните вестници, защото с този акт Софийският университет изпреварва много европейски университети.

През 1945 г. в Софийския университет е разкрита катедра по атомна физика и за неин ръководител е избрана доц. Е. Карамихайлова. Тя се заема с кадровото укрепване на катедрата и оборудването на нейните лаборатории – учебни и научни. Нейни асистенти стават последователно: Христо Христов (1942 г.), Леон Митрани (1948 г.), Жельо Желев (1950 г.), Цветан Бончев (1951 г.) и др. Както е известно, те израстват като водещи специалисти в науката и висшето образование, несъмнено дял за което има и тяхната ръководителка.

Ерудицията и натрупания опит Е. Карамихайлова проявява при оборудването на лабораториите. При липсата на средства на онези времена, тя използва при конструирането на камери и броячи различни домакински съдове – тенджери, буркани, ампули от лекарства и др. В работата си тя влага не само енергия, но и чувства, налага се непрекъснато да импровизира. Характерни за нейната дейност са думите на нейния тогавашен асистент (бъдещ професор) Леон Митрани. „От нея научих, и това ми остана за цялата моя изследователска работа, изкуството и вкуса на импровизациите.“

В продължение на десет години (1945 – 55) доц. Е. Карамихайлова организира обучението по атомна и ядрена физика в СУ. През 1950 г. тя издава под формата на „Записки“ първия учебник по атомна физика. След десетгодишна успешна преподавателска и организаторска дейност тя е преместена на постоянна работа във Физическия институт при БАН. Това става в годината на постъпването ми като студент във ФМФ и съм слушал различни версии за нейното преместване. Но в основата на този акт стои обстоятелството за нейното многогодишно пребиваване в западноевропейски страни, което е пораждало недоверие към нейната политическа благонадеждност.

Във физическия институт Е. Карамихайлова става ръководител на секция „Радиоактивност“ и приема като основно направление на дейността на секцията изучаването на техногенните източници на радиоактивни замърсявания. Заедно със своите сътрудници тя изследва състоянието на районите, в които се добива и преработва уранова руда, както и радиоактивността на минералните извори и калнолечебни находища.

Моето запознаване с Е. Карамихайлова стана през лятото на 1958 г., когато бях определен да участвам в Международна младежка конференция по мирно използване на атомната енергия. По съвет на моя преподавател доц. Л. Митрани, при когото току-що бях положил изпита си по атомна физика, аз прекарах целия месец юли в лабораторията на тази жена. Тя ме запозна със своите изследвания, които станаха основа на моето изказване на конференцията. С получените от Е. Карамихайлова резултати аз взех участие в една от дискусиите на конференцията „Радиоактивните отлагания и техните последствия за човечеството“. Моето изказване беше цитирано в един от водещите съветски журнали „Новый мир“. В действителност това участие в конференцията беше моето „бойно кръщение“ в атомната физика. И то се дължи на д-р Е. Карамихайлова.



Един от последователите на Е. Карамихайлова е Леон Митрани, чиято съдба и професионална кариера също заслужават внимание. Той е роден в София (1921 г.), но израства в Пловдив. Освен с отлична успеваемост, пловдивският период за него е характерен с увлечението му по идеите на анархизма. Без да подсилвам тези младежки увлечения, смятам, че те са оставили отпечатък в поведението му през целия живот.

Впрочем, Л. Митрани навлиза в науката със закъснение. Завършил с отличие гимназия, той не е приет в университета по силата на антиеврейските закони. По време на Втората световна война той е принуден да чука камъни по пътищата на Южна България и да участва в строежа на жп-линията „София – Солун“. Веднага след смяната на властта през 1944 г. постъпва като студент в Софийския университет (когато неговите връстници вече го завършват). Лишен от всякакви средства, Митрани получава финансова подкрепа от проф. Г. Наджаков (декан през 1944 – 47 г.), който го назначава на работа в университетската печатница и му осигурява безплатна храна в мензата.

През 1948 г. Л. Митрани завършва следването си и постъпва като асистент в катедрата по атомна физика. Първите му изследвания са свързани с изучаването на космичните лъчи. През 1952 г. защитава дисертация, след което преминава на работа във ФИ на БАН, където създава секция „Космични лъчи“.

През 1957 г. Л. Митрани е избран за доцент по атомна физика и започва преподаването на тази дисциплина. Същата година издава и учебник по атомна физика. Като негов студент мога да кажа, че лекциите му бяха превъзходни, той притежаваше виртуозно лекторско майсторство.

Някои непремемерени постъпки на Л. Митрани (вероятно следствия на анархистичните му възгледи) станаха причина през 1961-62 г. той да бъде уволнен от Университета. За негов късмет (още повече за наш), през това време се подготвяше разкриването на катедра по атомна физика в Пловдивския университет и той беше поканен да чете лекциите. При нас той работи в продължение на пет години и постави основите на една силна в научно отношение катедра. Своята ерудиция той вложи в изследователската и в научно-приложната дейност. През 1968 г. напусна Пловдив и постъпи на работа в Института по физиология на човека при БАН. Няколко години по-късно защити докторска дисертация в МГУ и беше избран за професор.

Л. Митрани се прояви и като блестящ популяризатор на науката. Той е автор на десетки статии, книги и сценарии за филми, с които популяризира постиженията на физиката и биологията: „Елементарни частици“, „Как човекът завладя атома“, „Неутрино – фантомът на микросвета“ (заедно с П. Райчев), „Биоелектрически сигнали“, „За възприятията“, „Прозорци на мозъка“ и др. Той нарича „прозорци на мозъка“ т.нар. „рецептори“ (образованията на нервната система, които превръщат енергията на раздразнителите в нервни импулси).

Забележителна е неговата мисъл, че хвърлянето на светлина върху връзка-

та между мозъка и рецепторите „би означавало за човека по-голяма победа от откриването на ядрената енергия“. [3]

Изключително интересна по съдържание е книгата „Наука и ненаука“. Впечатлен съм от оценките, които той дава на онова, което не е наука, но без да фетишизира науката: „Нито е необходимо, нито е полезно науката да се издига като най-важна човешка дейност. В много случаи любовта, приятелството, изкуството се оказват по-значими.“ [4]

През 2001 г. Академичният съвет на Пловдивския университет го избира за почетен доктор („Доктор хонорис кауза“). Така в неговата биография се съчетават две крайности – уволнение от един университет и удостояване с почетно звание от друг. Такива крайности е полезно да се знаят, защото, от една страна те разкриват особеностите на епохата и обществото, от друга – показват как силните духом хора преодоляват житейските трудности.

Това е и целта на моя доклад – да покажа, че физиката, както всяка наука, се твори от силни хора. Те спомогат за формирането на човешкия облик на физиката, сближаването ѝ с хуманитарните науки. Защото в биографиите на големите учени се включват, освен научните им постижения, още исторически, литературни и географски сведения, които допълват знанията от хуманитарните дисциплини в училището. По такъв начин физиката (конкретно, ядрената физика) способства за духовно-нравственото възпитание на учащите се, което е основа за културното равнище на всяка нация.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Енциклопедия „България“, т.7.изд.БАН, стр.192.
- [2] Лазарова П. и Н. Балабанов, „Първият български ядрен физик“, София, 2013.
- [3] Митрани, Л., “Прозорци на мозъка“, София, изд. „Наука и изкуство“, 1973 г.
Митрани, Л., „Наука и ненаука“, София, изд. „Наука и изкуство“, 1989.

Защо да изучаваме ядрена физика?

Ана И. Георгиева

Институт за изследване на климата, атмосферата и водата, БАН

Абстракт: Поради някои специфични особености, свойства и сложност на ядрените системи те се изучават чрез създаване на модели. Тези модели се ограничават до описанието само на отделни, но важни и предварително определени свойства на изучаваните системи.

В доклада ще бъде илюстриран един абстрактен – логически модел на многочастичните четно-четни ядра, в който чрез средствата на математиката – теория на симетриите, се откриват общи закономерности и свойства на тези системи, т.е. описват се достатъчно точно известните експериментални данни за техните спектри и дори и могат да се предскажат някои техни не наблюдавани още характеристики.

В анализа на получените резултати се оценяват допуснатите ограничения и се определят границите на приложимост на създадения модел.

Този начин на моделиране е приложим и в ежедневиия живот на всеки човек и съответно е много полезен за изучаване още в средния курс като методика, която не само надгражда получените знания, но и като практичен начин на мислене.

1. Увод

Основната цел на обучението по физика е да запознае учениците с основни факти за строежа на материята (базисни знания) и техните приложения в технологичното развитие на човечеството. Това познание трябва само по себе си да създаде у тях интерес и мотивация за усвояване на тези знания.

Тези цели се постигат главно чрез осъвременяване на знанията на самите учители, предпоставка за което е тяхното взаимодействие със специалисти и изследователи в тази област. Не по-малко важно е разкриване на перспективите за професионална реализация на младото поколение, за което е важна връзката на учители и ученици със специалистите, изследователите и преподавателите по тази специалност от професионалните и висши училища. Изграждането на такива връзки е съществено важно за създаването на мотивирани и ефективни кадри в инженерните, технологичните и научноизследователски дисциплини. Особено значителна е тази липса в областта на ядрената физика и нейните приложения в ядрената енергетика и в медицината. Това беше и мотивацията при избора на темата на настоящата конференция.

Освен тази мотивация, която има обществено значими следствия, съществува и една чисто човешка мотивация, която също води до обществено значими резултати, но играе и важна роля в ежедневиия живот на всеки отделен индивид. Това е **начинът на мислене, който се възпитава и усвоява чрез разбирането и прилагането на изследователския подход към научните дисциплини**. Във физиката от древността се развива **философски подход**, който се стреми към установяването на фундаментални закони. Съществена е и ролята на **експерименталния** подход, чрез който се установяват факти при наблюдения и изслед-

вания на изучаваните обекти. И не на последно място, съществена е ролята на **методическия подход**, чрез който се изграждат връзките между философския и експерименталния подход.

Методиката не само на физическите изследвания, но и на всички научни изследвания се определя със следните етапи:

- **Дефиниране на проблема**, което става въз основа на нови експериментални факти или въз основа на възникнали противоречия със съществуващите теории.
- **Намиране на подходящ инструмент** – математически апарат за решаването му, във който се налагат евентуални приближения.
- **Анализ на резултатите**, изводи и оценката на приближенията.

2. Физика на ядрото

В настоящия доклад тези общи концепции ще бъдат илюстрирани в областта на **физиката на ядрото, като са ползвани материали от [1 – 3].**

Проблемите за възникването и структурата на заобикалящия ни свят са вълнували човечеството още от самото му възникване. Те са в основата и на съвременното ни познание за света и основен обект на изследване на ядрената физика. Тази наука се обособява като основен клон на физиката, когато **Ръдърфорд** създава своя **модел на атома**, доказвайки експериментално съществуването на **атомното ядро**. От тогава до наши дни то е в основата на развитието както на теоретичните подходи при изследването на тези многочастични обекти (квантова механика, модели за описание на ядрената структура и реакции, симетрии и др.), така и при развитието на нови експериментални техники за изследване на атомното ядро и съставящите го елементарни частици.

Основен проблем в ядрената физика е изучаването на **ядрената структура**. При изучаването на този проблем трябва естествено да се стартира от **основните базисните знания за ядрото**, необходими за по-нататъшното развитие и прилагане на тези знания с цел създаване на научен мироглед и приложението им в технологиите и другите науки.

Атомното ядро се състои от положително натоварени протони и неутрални неутрони:

$$A=Z+N, \quad (1)$$

където A е сумата от броя протони Z (**атомно число**) и броя неутрони N и се нарича **атомно масово число**. Ядра, съдържащи еднакъв брой протони, но различен брой неутрони, се наричат **изотопи**.

Основни характеристики на ядрата [3] са:

- **Радиус на ядрото**
- **Ядрена плътност** $r \approx (1.2 \times 10^{-15} \text{ m}) A^{1/3}$
- **Спин и магнитен момент на ядрото**
- **Квадруполен момент на ядрото Q** , който определя неговата форма и др.

Един от най-важните проблеми при изучаването на ядрената структура е **изследването на ядрените сили, които създават стабилността на ядрата**. Определено знаем, че взаимното отблъскване на протоните би причинило разпадане на ядрата. Какво запазва ядрата цели? Това, което е изучено за тях чрез експерименти по разсейване на ядрените частици от ядра или от други ядрени

частици, са техните **свойства**:

- Ядрените сили са **сили на привличане**, стотици пъти по-интензивни от електричните сили.

- Те са **късдействащи**, т.е. имат малък радиус на действие.

- Всеки нуклон взаимодейства само с най-близките си съседи, наблюдава се **насищане**.

- Зависят от направлението на спиновете на нуклоните, установено е **сдво-яване** на нуклоните с противоположни спинове.

- Имат **нецентрален характер**.

Известно е също, че колкото по-големи стават ядрата, толкова повече неутрони са необходими за да се поддържа стабилността им. Т.е. неутроните действат като лепило, без да увеличават силите на отблъскване.

Друг важен ефект, наблюдаван при ядрата, е така нареченият **масов дефицит** на ядрото, т.е. **ядрото има по-малка маса от сумарната маса на отделните нуклони**

$$M(A,Z) = Zm_p + (A - Z)m_n - E_B/c^2, \quad (2)$$

където E_B определя **енергията на връзката**. Установено е, че E_B слабо зависи от A .

Друго важно свойство на ядрата е тяхната **радиоактивност**. Тя се изследва като в евакуирана камера се поставя радиоактивен материал, който е в оловен цилиндър, с отвор към фотографска плака. В камерата действа електромагнитно поле, което разделя излъчваните частици най-общо на 3 вида: **хелиеви ядра, които определят α -разпада, γ -кванти или фотони и електрони – β -разпад**.

Ядрените технологии използват **различните реакции на атомните ядра**, (α , β и γ -разпад, ядрено делене и сливане), които намират широки приложения в разработването на различни видове **детектори, ядрени реактори и ядрените оръжия**. Тези приложения (с изключение на военните) съществено влияят на развитието на икономиката и качеството на живот в съвременното общество, като се използват в **ядрената енергетика, за диагностика и лечение в медицината, в хранително-вкусовата промишленост и в ежедневието ни**. Те имат **широки приложения и в научните изследвания на други науки**, като история, археология, екология.

3. Проблеми при изучаването на ядрените системи и ядрени модели

Най-общата дефиниция на система е съвкупност от обекти, функциониращи и взаимодействащи си за постигане на определена цел (Schmidt, Taylor, 1970). От споменатото дотук е ясно, че ядрото представлява една сложна система, която е обект на изследване от ядрената физика. Основните проблеми при изучаването на ядрените системи са, че:

- не познаваме **в детайли (аналитично)** ядрените сили;

- ядрената система е съставена от голям, но ограничен брой частици, **което не позволява точно решение на уравнението на Шрьодингер или прилагането на статистически методи при описанието ѝ**.

За това се налагат опростяващи предположения за структурата и свойствата на ядрата, които позволяват разбирането на основните им свойства. Тези

предположения определят различните **Модели на ядрените системи**, които се създават с цел **решаването на определен проблем** при описанието на поведението на системата и **по аналогия с моделите, работещи при други физически системи**.

Тук ще споменем накратко някои примери на утвърдени и широко използвани модели.

3.1. Капковиден модел на ядрото

Моделът е предложен от Нилс Бор и се основава на аналогия с несвиваема заредена течност. Основания за това предположение са близкоредействащите ядрени сили, взаимодействието на нуклоните с най-близките им съседни и почти еднаквата плътност на ядрата. С помощта на този модел е изведена полупемпирична формула за енергията на свързване между нуклоните в ядрата, която съдържа първите три члена от формулата на Вайцзекер:

$$E_B = a_V A - a_S A^{2/3} - a_C \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_A \frac{((A/2) - Z)^2}{A} + \delta(A, Z),$$

където a_V е обмен, a_S – повърхностен, a_C – кулонов коефициент, а a_A и $\delta(A, Z) = +|\delta|$, 0 , $-|\delta|$ отчитат асиметрията между E_B на четно-четните, нечетни-четните и нечетно-нечетните ядра, съответно. С помощта на този модел е обяснен механизмът на ядрените реакции, а в частност и деленето на ядрата.

И така, **основният въпрос** във ядрената физика е как тези комплексни системи – ядрата са построени от само няколко прости съставляващи ги елементарни частици? Отговорът идва с отчитането на няколко прости ефекти на взаимодействието, които са

- слоестата структура въведена за нуклоните от всеки тип;
- сдвояването на частиците;
- колективните степени на свобода (моди), които се наблюдават в спектрите на възбудените състояния.

Въз основа на тях се използват съответно модели, които се ограничават с описанието на всеки от тях.

3.2. Слоест модел

Този модел е създаден по аналогия с модела на атома, като се предполага независимо движение на нуклоните в средно поле, тъй като те запълват около 1/50 от обема на ядрото и се отчита принципът на Паули. Реалното взаимодействие може да се представи като сума от самосъгласуваното поле и някакво остатъчно взаимодействие. В най-простата версия на модела се счита, че остатъчното взаимодействие е малко и може да се пренебрегне.

В него се разглеждат квантовите енергетични състояния на потенциална яма с отчитане на ъгловия момент. Тези нива се разцепват допълнително от спин-орбиталното взаимодействие. **Нивата се групират в затворени слоеве**, означени чрез магическите числа. Слоестият модел описва коректно само ядра с брой протони и неутрони близък до магическите числа.

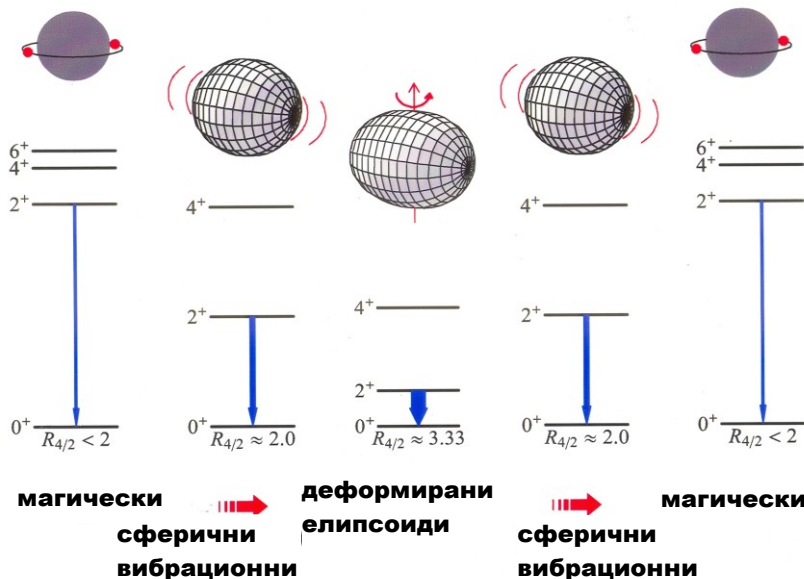
Съществуват модели, в които се **отчита остатъчното взаимодействие с допускането за сдвояване на нуклоните**. Допускането се състои в това, че нуклоните се обединяват в двойки, така че във всяка двойка моментът е равен на нула, а четността е положителна.

3.3. Колективни модели на ядрата

Моделите, основани на колективните степени на свобода, е прието да се наричат модели със силно взаимодействие между частиците. Колективните ефекти се проявяват, когато свободният пробег на всяка частица е малък в сравнение с размерите на системата.

Тези модели описват свойствата на тежките деформирани ядра, т.е. колективните спектри на ядрата, които представляват съвкупността от всички възбудени състояния. Това е илюстрирано на **Фигура 1**.

Развитие на ядрената структура като функция на броя на нуклоните



Фигура 1. Развитие на ядрената структура – форма, енергии на основната ивица, $R_{4/2}$

Основното предположение е, че съществува **сферичен корпус – ядка**, който е ядро със запълнени слоеве и **валентни нуклони**, взаимодействащи с ядката. Това взаимодействие предизвиква **деформация** на ядрената система, която зависи от броя на валентните нуклони.

Характерно за всички разгледани модели е, че се подбират **параметри, съгласувани с експерименталните данни**. Разбира се, въвеждайки достатъчно много параметри, могат да се обяснят много данни на основата на кой да е модел. Но такива модели са бедни на физични идеи и като правило обясняват вече известни факти, но не са способни да предскажат нови явления. **Ценният модел има минимален брой параметри и позволява да се предскажат, макар и качествено, нови явления.**

4. Развитие на моделите, описващи ядрената структура

Целите, които си поставят съвременните ядрени модели, са:

- да описват по-широк кръг от наблюдаваните ефекти (колективни явления) и съответно по-широка област от ядра;
- да предсказват ненаблюдавани още състояния и преходи.

Тук ще илюстрираме тези идеи с модел, развит от колектив учени от Направление „Теоретична физика“, Лаборатория по теория на ядрото от Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН. Част от тях не са вече между нас, като проф. Петър Райчев и проф. Руси Русев, но все още има екип от колеги, сред които е и авторът, някои от които са още сравнително млади и продължават да работят в това направление. Тези модели се основават на разглеждането на **симетрии в многочастичната колективна динамика на ядрените системи**.

Най-общо, в теорията на ядрената структура концепцията за нарушение на симетрията е представена чрез **редичи от подгрупови структури, които задават различни динамични симетрии на системата**. Този подход *позволява* да бъдат получени точните аналитични решения на разглежданите динамични симетрии, за които по ясни правила се определя аналитично Хамилтонианът (взаимодействието в системата) и в резултат – собствените стойности (енергиите) и собствените функции на енергетичните нива.

В съвременната теоретична ядрена физика се изследват два типа приложения на динамичните симетрии:

- **за класифициране на разглежданите многочастични системи** по отношение на важна характеристика на тяхното поведение;
- **за конструирането на точно решаеми алгебрични модели**, които описват определени аспекти на това поведение.

Езикът, на който се въвеждат симетриите, е теорията на групите и техните представяния.

Започваме с втория тип приложение, като представяме симплектичното разширение на **Модела на взаимодействиящите векторни бозони** (МВВБ). Модела е реализиран в термини на оператори на раждане (унищожение) $u_m^\dagger(\alpha)$ ($u_m(\alpha) = (u_m^\dagger(\alpha))^\dagger$) **на два типа бозони**, различаващи се по проекцията $\alpha = p = 1/2$ (протон) и $\alpha = n = -1/2$ (неутрон) на квантовото число „псевдоспин“ в 3-мерен осцилаторен потенциал с $m = 0, \pm 1$. Всички билинейни произведения на операторите $u_m^\dagger(\alpha)$ и $u_m(\alpha)$ генерират некомпактната симплектична група $Sp(12, R)$ [5]. Ще илюстрираме ефективността на МВВБ чрез две от динамичните симетрии, които се появяват при редукцията на $Sp(12, R)$ към алгебрата на ъгловия момент $O(3)$ и по-специално отношенията, които съществуват между подалгебрите на двете вериги [6]:

$$\begin{aligned} U(6)(N) &\supset U(2)(T) \otimes SU(3) \\ &\quad \underbrace{\quad} \quad \underbrace{\quad} \quad \underbrace{\quad} \\ Sp(12, R) &\supset Sp(4, R) \otimes SO(3)(L), \end{aligned} \tag{3}$$

където N (броят на бозоните), T (псевдоспинът) и L (ъгловият момент) определят квантовите числа на собственото колективното състояние. Двете динамични симетрии в (3) се използват в колективния МВВБ, за да се получат енергиите на състоянията на колективната ивица като функции от броя на бозоните N , който ги изгражда. Едно- и двучастичните взаимодействия в Хамилтонианите на дина-

мичните симетрии определят параболи по отношение на N или свързаните с него чрез редукции, стойности на ъгловия момент L на състоянията. Собствените енергии се определят аналитично за всяко собствено състояние като собствени стойности на Хамилтониана:

$$E((N, T), L, T_0) = aN + bN^2 + \alpha_3 T(T+1) + \beta_3 L(L+1) + \alpha_1 T_0^2, \quad (4)$$

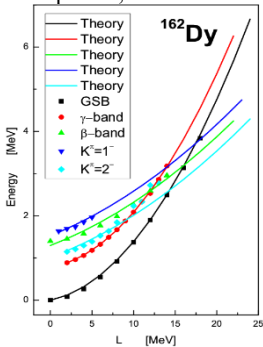
където T_0 е проекцията на псевдоспина T на състоянието.

Най-важното приложение на горната граница в (3) $U(6) \subset Sp(12, R)$ е възможността, която тя дава за описване на ивици с положителна и отрицателна четност до много висок ъглов момент [5]. Такива ивици се наблюдават в спектрите на някои четно-четни ядра в района на редкоземните елементи и леките актиниди, където до основната ивица има ивица с отрицателна четност, която се състои от състоянията с $L^\pi = 1^-, 3^-, 5^- \dots$. За да получим тяхното добро описание е много важно как идентифицираме експериментално наблюдаваните ивици с последователности от базисни състояния от четното и нечетно представяне на $Sp(12, R)$, в които те са класифицирани.

Естествено, първо разглеждаме **основната ивица** (виж Фиг.1), изградена върху енергетично най-нисколежащото състояние (вакуумно) с всички моделни квантови числа 0. В този случай от правилата за редуциране следва, че $N = L = 2T$, ($N -$ четно). По този начин (4) може да бъде изразено само чрез ъгловия момент L по следния начин:

$$E_g(L) = \beta_g L(L + \Omega_g), \quad (5)$$

където инерчният параметър на ивицата е $\beta_g = b + \alpha_3/4 + \beta_3$ и $\Omega_g = (a + \alpha_3/2 + \beta_3)/\beta_g$. Ω_g е геометричен параметър [7], описващ отклонението на енергиите на ивиците от поведението на твърдия на ротатор, за който $\Omega_g = 1$ ($a = b - \alpha_3/4$). В другата граница на вибрационно-подобни ивици, където $\Omega_g \rightarrow \infty$, параметърът α_3 е фиксиран на $\alpha_3 = 0$. Това се определя от отношението $R_2(\Omega_g) = E_g(4)/E_g(2) = 2 + 4/(2 + \Omega_g)$. Очевидно Ω_g е добър **показател за ядрената колективност**, получен емпирично, а и въз основа на класификационната схема, въведена в [7].



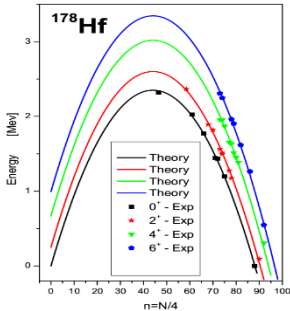
Фигура 2. Описание на колективни ивици в ядрото ^{162}Dy .

По този начин 4-параметричният израз за енергиите на основната ивица се свежда до опростен 2-параметричен израз (5), който има ясна геометрична интерпретация и може да се използва за определяне на колективния характер на ивиците. По аналогичен начин се получава поведението и на възбудената 0^+ или β^- ивица и 0^- -октуполната ивица, които имат сходно поведение, но различни по сила параметри на взаимодействията, изразени чрез различна комбинация от параметрите на Хамилтониана (4). На Фиг. 2 е показано доброто съвпадение на теоретичните и експериментални енергии на 5 от колективните ивици в ядрото ^{162}Dy .

Във втория ред на (3) се въвежда нова възможна редукция на $Sp(12, R)$, в която $Sp(4, R)$ и $SO(3)$ са взаимно допълнителни и собствените стойности на L се използват за характеризирание на представянията на $Sp(4, R)$. По този начин се изолират множества състояния с фиксирани стойности на L . Съответствието в

(3) е резултат от еквивалентността на алгебрата на псевдоспина $T - U(2) \supset Sp(4, R)$ и в двете вериги, която допълва $SU(3)$ до $U(6)$. Това позволява изследване на поведението на ниско разположени **колективни състояния с еднакъв ъглов момент L** по отношение на броя на възбуденията N , които изграждат тези състояния [7].

Установените връзки между двете динамични симетрии в модела позволяват да се оцени естеството на колективните състояния, които биха могли да имат от ротационен до вибрационен характер, в зависимост от броя на бозоните N_0 , които изграждат главата (най-ниско енергетичното състояние) от разглежданата колективна ивица (**Фиг. 3**).



Фигура 3. Описание на поведението на нисколежащи колективни състояния в ^{178}Hf като функция на броя на бозоните.

Това дава възможност за предсказване на нови ненаблюдавани възбудени състояния и изследване на еволюцията на колективността в спектрите на тежки четно-четни ядра [8]. Прилагайки този подход, две нови ниско разположени възбудени 0^+ състояния в ядрото ^{160}Dy бяха експериментално наблюдавани в резултат на теоретичното прогнозиране от параболичното енергийно разпределение на 0^+ състояния [9].

Важно е да се процедира систематично по този начин, за да се свържат наблюдаваните явления с микроскопичната и геометрична структура на ядрата. Теоретичният подход на базата на симетрии е удобен инструмент за постигане на тези цели.

5. Изводи и анализ на резултатите

От изложените накратко утвърдени в различните си приложения модели на сложните ядрени системи, както и от усъвършенстваните по-съвременни модели, се доказва необходимостта и ползата от тяхното създаване. Чрез тях, от една страна, се обясняват основни експериментални данни, но те дават възможност и да се предсказват нови ефекти, което от своя страна, води до тяхното развитие и усъвършенстване. Това налага и използването и прилагането на нов математически апарат. При физическото моделиране също така е особено важно чрез анализ на резултатите не само да се направят изводи за структурата на системата, но и да се оцени влиянието на направените моделни приближения върху получените резултати и така да се определят границите на приложимост на моделите. Тази методика на моделиране е не само научен поход, но и приложима в ежедневието на всеки индивид при вземането на важни решения, свързани със функционирането му като част от обществото. Създадените научни познания не само обогатяват културата и миогледа на хората, но и възпитават начин на мислене, който ще ги направи най-ефективни в своята дейност.

6. Заключение

И накрая важно е да изтъкнем, че ядрената физика от своето възникване до днес е база за развитието и на **нови технологии**, както и за множество интердисциплинарни научни изследвания и приложения. В момента в България е осо-

бено перспективно развитието на ядрените технологии в областта на ядрената енергетика и медицинската физика. От това следват и богатите в професионално отношение перспективи за успешни кариери в тази област, на фона на намаляващия брой учени, преподаватели, учители, които да мотивират и повишат интереса към изучаването на физиката изобщо, а и специално на ядрената физика. Проблемите, създаващи този дисбаланс, могат да се преодолеят само с непрекъснато повишаване и осъвременяване на ядрените технологии и безопасност.

Тази проблеми не са изолирани само в рамките на България, а стоят пред цялата световна общност и решението им може да се намери само с активно сътрудничество с международните и национални институции като ОИЯИ, Дубна, ЦЕРН, Женева, АЯР, БулАтом, АЕЦ „Козлодуй“ и др. У нас има традиции и перспективи в тази област, поради което вниманието на нашата професионална колегия следва да се насочи към осъвременяване и усъвършенстване на курсовете по физика с оглед на разкриването на перспективите пред следващите поколения физици – преподаватели, изследователи и приложници.

7. Благодарности: Авторът (А. Г.) изказва благодарност за подкрепата на ИИКАВ, БАН при организацията на конференцията като зам.-председател на Организационния комитет и председател на Програмния комитет на 48-та НК и при подготовката на този пленарен доклад.

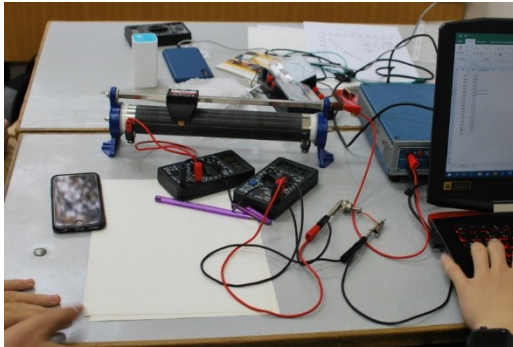
8. Литература

- [1] Gabriela Popa, *Съвременни представи за атомното ядро*, лекции на Квалификационен курс за учители в *Ohio State University* – popag@ohio.edu.
- [2] Петър Райчев, *Сърцето на атома*, Издателство ЛОДОС, София, 2002
- [3] У. С. С. Уилямс, *Физика на ядрото и елементарните частици*: Учебник за студенти; превод от англ. ез. А. Пройкова. Р. Ценов и Ст. Габраков, Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, София, 2000 <http://digilib.nalis.bg/xmlui/handle/nls/33808>]
- [4] David J. Rowe, John L. Wood, *Fundamentals of Nuclear Models: Foundational Models*, World Scientific, 2010
- [5] A. I. Georgieva, M. I. Ivanov, S. L. Drenska, K. D. Sviratcheva and J. P. Draayer, *Dynamical symmetries in contemporary nuclear structure applications*, *Physics of Particles and Nuclei* **41**, № 7, 1105-1107 (2009), ISSN 0367-2026;
- [6] A. I. Georgieva, H. G. Ganev, M. I. Ivanov, V. P. Garistov and J. P. Draayer, *Symplectic Dynamical Symmetries in Algebraic Models of Nuclear Structure J. Phys.: Conf. Ser.* **284**, (2011) 012028;
- [7] A. I. Georgieva, H. G. Ganev, J. P. Draayer, and V. P. Garistov, *Description of Mixed-mode Dynamics with Symplectic Interacting Vector Boson Model AIP Conf. Proc.*, (2010), Volume **1203**, pp. 1-6; doi:10.1063/1.3322410
- [8] V. P. Garistov, A. I. Georgieva, A. Solnyshkin, J. Adam, D. Bogachenko, O. Egorov, A. Islamov and V. Silaev, *On the 0^+ excited states in even-even deformed nuclei*, *J. Phys.: Conf. Ser.* **205** (2010), 012031, ISSN: 1742-6588
- [9] J. Adam, D. D. Bogachenko, O. K. Egorov, V. P. Garistov, A. I. Georgieva, T. A. Islamov, V. V. Kolesnikov, V. I. Silaev, A. A. Solnyshkin, *Bulg. J. Phys.* **41** (2014), 10

Експериментална лаборатория за работа с учители и ученици

*Цветан Велинов, Гошо Гоев, Тома Томов
Физически факултет, СУ „Св. Кл. Охридски“, София*

На 1 октомври 2020 г. във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ беше официално открита Експериментална лаборатория по физика за работа с учители и ученици. Тя беше създадена с решение на Факултетния съвет година по-рано, но на практика работи и трупя опит от няколко години. Лабораторията е създадена изцяло с дарения, голяма част от които от бивши възпитаници на факултета, и доброволен труд от негови членове.



Както издава името, тази лаборатория е място, където учениците ще могат да изпитат вълненията от досега с експерименталната физика и където учителите ще могат да опреснят знанията и уменията си и да придобият нови. Тя също е замислена като модел, откъдето учителите могат да черпят идеи за своите кабинети, и в тази насока те могат да разчитат на безрезервната ни експертна помощ.

Другата характеристика, залегнала в самата идея за лабораторията, е нейната подвижност. Съзнавайки, че организирането на посещения във факултета не винаги е лесна задача, голяма част от упражненията са направени така, че с тях да можем да дойдем в училищата, независимо дали са в София, голям град или отдалечено село.



При съставянето на упражнението беше взет под внимание препоръчителният списък на МОН и са разработени всички упражнения от този списък. Включени са и упражненията за избираемия модул по физика за 11 клас. Упражненията за модула по физика за 12 клас се подготвят. От друга страна, стремим се да покажем в пълна степен логическото развитие на идеите в дадена област, като ги свържем с исторически най-важните експерименти в тази област. Поради това още седем цикъла упражнения се разработват за извънкласна и кръжочна работа.



По този начин се надяваме да покажем красотата на физиката и взаимната връзка между усъвършенстването на експериментите и развитието на идеите. Например в упражнението, посветени на електричеството, учениците ще могат сами да направят електромерътър, Лайденска стъкленица (прототип на кондензатора) и батерия на Волта, да ги сравнят със съвременни кондензатори и източници на ток и напрежение, като батерии и токоизправители. Запознавайки се на практика с генераторите на променлив и постоянен ток, трансформатора и електромотора, те ще могат да разберат защо в ежедневието си

използваме предимно променлив, а не постоянен ток.

Разбира се, нашите усилия ще останат напразни, ако в лабораторията не кълнят постоянно гласове на ученици или не виждаме нашите колеги учители. Наша грижа, надежда и задача е, заедно с колегите от училищата, районните управления и МОН, да намерим най-подходящите форми за работа така, че лабораторията да не остава празна. Досега сме изпробвали с успех следните форми на работа:

- Няколкодневни курсове за учители, насочени към определени класове, за които СУ издава сертификат със съответните кредити; възможно е наши колеги да дойдат заедно с апаратурата и да проведат курсовете на място след уговорка.
- Еднократно посещение на ученици, главно от училища извън София, след предварително съгласуване на темата. Обикновено това отнема два астрономически часа. След началните обяснения учениците се разделят на групи и правят експерименти.
- Лабораторията поема всички упражнения, препоръчителни за даден клас. Следвайки утвърдени във факултета модел, едно упражнение се състои от три части – подготовка, по време на която учениците се запознават с упътването към упражнението, извършване на експериментите и написване на протокол, включващ необходимите пресмятания за получаване на

търсения резултат, анализ на резултатите и изводи.

- Кръжочна работа с желаещи ученици от дадено училище.
- Няколкократно посещение на ученици от дадено училище, свързано с определена тема, например електричество, оптика и др. Упражненията могат да са от препоръчителния списък или извън него.
- Консултиране на учители.

Приветстваме всяко предложение за сътрудничество.

Реализирането на тази лаборатория, от идеята до осъществяването ѝ, отне около шест години. В същото време необходимите средства се оказаха по-малко, отколкото мислехме в началото, и са във възможностите на повечето училища. С удоволствие ще споделим опита си с всяко училище, желаещо да оборудва кабинет по физика или близки науки. Не е тайна, че през последните години тези кабинети бяха занемарени и никой по-добре от учителите не е наясно с последиците от това. Вярваме, че всеки, който някога е преподавал, ще се съгласи с думите на Конфуций: *„Те ми казаха и аз забравих, аз видях и разбрах, аз го направих и научих“*.

Повече информация за упражненията можете да получите от брошурата за учители, която е качена на страницата на Физическия факултет:

[https://www.uni-](https://www.uni-sofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/fizicheski_fakultet2/za_uchiteli)

[sofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/fizicheski_fakultet2/za_uchiteli](https://www.uni-sofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/fizicheski_fakultet2/za_uchiteli)

За нас ще бъде удоволствие да ви посрещнем.

Субядрената физика в университетското образование по физика

Константин Илчев, Венелин Кожухаров
Физически факултет, СУ „Св. Кл. Охридски“, София

В рамките на доклада ще бъде представено съдържанието на учебния материал по физика на елементарните частици (ФЕЧ) за отделните специалности във Физически факултет и ще бъдат разгледани основните концепции, които се представят пред студентите. В допълнение се преглеждат физичните понятия и схващания, включени в училищната общообразователна подготовка. Коментират се настоящите трудности за студенти в областта на ФЕЧ и в този контекст се дискутират както обхватът на обучение по тази дисциплина, така и бъдещите перспективи.

Основни концепции в обучението по Физика на елементарните частици

Следва кратко описание на основните понятия и идеи, които според авторите трябва да бъдат включени в университетския курс по Физика на елементарните частици (ФЕЧ).

ФЕЧ обхваща най-малките градивни единици на материята и съотношенията между тях. Разглеждат се обекти с размери от порядъка на атометри до фемтометри, елементарни частици с малки *маси* и високи *скорости*. По отношение на кинематиката и взаимодействията, в които участват, частиците се характеризират с величини като *маса*, *заряд* и други. Основна цел в курса е да се намери обяснение за произхода на тези характеристики. Затова се разглеждат елементи както от специалната теория на относителността, така и от квантовата механика.

Така например посредством пространството на Минковски се установява връзка между *енергията*, *масата* и *импулса* на една частица. Величината *енергия* придобива смисъл сама за себе си, без да се въвежда чрез понятието *работа* (разликата в енергиите). *Масата* m е запазваща се величина и заедно със *спина* s се явява следствие от пространството на Минковски. От друга страна *зарядът* q и *времето за живот* τ се появяват в уравненията на квантовата механика, във връзка с вълновата функция и Хамилтониана.

Изучава се преходът между класическия модел на взаимодействие и съвременното разбиране, в което полето се разглежда като отделни кванти – преносители на взаимодействието.

Елементарните частици са най-малките градивни елементи без вътрешна структура ($<10^{-18}\text{m}$) и се разделят на лептони и кварки, в зависимост от взаимодействията им. Всяка от тях притежава характеристиките m , q , s и τ , както и съответна античастица. Самите взаимодействия се характеризират с интензивност – константа на взаимодействието. Засега са познати 4 фундаментални взаимодействия, 3 от които се описват с ФЕЧ.

Съществено значение имат симетриите във физиката – пространствени, вътрешни, калибровъчни. Дискутират се еднородност, изотропност и изобщо

връзката между симетриите и редица запазващи се величини във физиката.

Потребители

Във връзка с целите на обучението по ФЕЧ възниква въпросът къде се прилагат научените знания и умения. Потребителите могат да бъдат разделени на индустриални (медицина, нови сензори, информационни технологии, нови материали, сигурност), образователни (преподаватели по физика в средното/висшето образование) и научни (ВУЗ, изследователски центрове). Изследователските центрове подпомагат придобиването на знания и умения. Могат да бъдат стартов пункт за по-нататъшно кариерно развитие в индустрията.

Какво дава ФЕЧ в рамките на обучението? Разглеждат се най-малките градивни единици на веществото, следователно и на всички познати обекти от всекидневното. Пътят на учените към микросвета е бил осеян със загадки, за чието разрешаване са били нужни нови, често контраинтуитивни идеи. Учениците в средното и висшето образование се сблъскват със същите концепции и това развива уменията им да мислят абстрактно, да изграждат модели и чрез тях да намират обяснение за редица от заобикалящите ги макроскопични явления. В този смисъл приемаме, че знанията по ФЕЧ са част от общата култура на индивида. Поради тази причина темата е застъпена още в средното образование и се изучава в последната година от общообразователната подготовка (ООП).

ФЕЧ в средното образование

Средното образование се явява едновременно и краен потребител, и източник на обучаващи се във Физически факултет на СУ. Този цикъл между образователните етапи обуславя две важни цели в обучението по ФЕЧ:

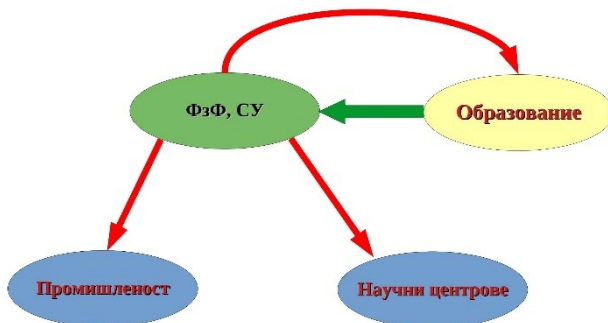
1. (Цел в ООП) Учениците да придобият основни знания и да се възбуди интересът им към физиката като цяло. Това може да включва и информираност за кариерни перспективи в областта на физиката.

2. (Цел във ВУЗ) Студентите да придобият уменията, необходими в бъдещата им кариера. Това включва и бъдещите преподаватели.

Непостигането на първата цел представлява ограничаване на общата култура на учениците. Годишният брой на първокурсниците във ВУЗ също зависи от уменията и мотивацията на бъдещите студенти. Втората цел обхваща не само техническите и експерименталните умения, нужни в индустрията и научната работа. Връзката между ВУЗ и училищата е дълбока (Фиг. 1) и поддържането ѝ изисква обучаването на качествени преподаватели, които разбират връзките между отделните раздели и могат да разпознават основните концепции на дадена тема.

ФЕЧ е застъпена в тема 3.4 „Частички“ по учебна програма за 10 клас (ООП). Темата се вписва в областта на компетентност „От атома до космоса“, при което в края на годината се очаква учениците да [1]:

- **знаят**, че елементарните частици се разделят на лептони и кварки;
- **знаят**, че на всяка частица съответства античастица;
- **дават** примери за адрони;
- **изброяват** фундаменталните взаимодействия, техните носители и да ги подредят по интензитета.



Фиг. 1. ФЕЧ: Потребители

С цел да се подсили разбирането и приложението на тези знания, задължително се правят връзки с вече познати понятия и частици. Електронът е най-лекият лептон. Протоните и неутроните са адрони с вътрешна структура. Съставени са от кварки. Гравитационното и електромагнитното взаимодействие разбираме като фундаментални.

Очакваните резултати на тема субядрена физика в общообразователната подготовка обхващат най-ниските равнища по таксономията на Блум [2]. Тези равнища формират йерархия на ученическите познавателни умения. Учениците се очаква да знаят, изброяват, подреждат частици и взаимодействия.

Следват примери за разширена информация, която фигурира в два избрани учебника. Като резултат от този преглед става ясно, че ФЕЧ е застъпена подобаващо в средното образование (ООП).

1. Лептони и адрони. Вътрешна структура. Елементарни частици

Авторите на [3] наблягат на актуалните експериментални данни за лептоните и липсата на вътрешна структура. Коментира се разликата между лептони и адрони. Като обобщение авторите на [3, 4] дават съвременното определение на термина елементарна частица. Това са частици без вътрешна структура – лептоните и кварките.

2. Неутрино

В [3] се коментират особеностите на неутрино, изброяват се трите вида както и източници на неутрино (ядрени реакции и разпадане на частици). Неутрино се разглежда и като източник на информация за звездите, за миналото на Вселената. Авторите назовават още една специфика на тази частица – способността да се превръща в други видове неутрино и призовават учениците да намерят допълнителна информация за неговите осцилации. Насърчават читателите да проучат къде се намира Големият адронен колайдер и какви експерименти се провеждат там.

3. Откриване на частици. Приложения

- Позитрон. Античастици и аниhilация

В [3, 4] описват как е открит позитронът. Обяснява се приликата и разликата с електрона. В [3] се подчертава, че античастиците не участват в строежа на заобикалящите ни предмети/вещества. В [3, 4] споменават и за антипротона. Коментират се вече познатите на учениците неутрон и фотон в контекста на

античастици и връзката им със съответните частици. В [4] използват понятието истински неутрална частица и дават за пример фотона, докато неутронът е електрически неутрална частица, но притежава *барионен заряд*. В [3, 4] обясняват и какво се случва при сблъсък между частица и съответната античастица (анихилация).

- Кварки

В [3, 4] се изброяват видовете кварки, разпределението им по поколения, както и разликата между тях. Коментират се антикварките, както и липсата на изолирани кварки в природата. Разглежда се строежът на адроните и чрез фигури се подсилва разбирането визуално. В [4] обръщат особено внимание на откритието на кварките. Става въпрос за значимото отклонение на високоенергетични електрони при взаимодействие със съставящите кварки на протона. Авторите изрично напомнят на читателите за опита на Ръдърфорд и правят полезна аналогия между двата експеримента. В [3] заключават, че материята около нас е съставена от най-леките измежду кварките и лептоните (u-кварки, d-кварки и електрони). По този начин авторите постигат две цели – подчертават, че по-тежките кварки са нестабилни и могат да се наблюдават само за много кратко време в ускорителите, а от гледна точка на ученическата представа за строежа на веществото, се прави връзка с вече познатите атоми, обвивка на атома, атомно ядро и нуклони. В [4] определят кварките и лептоните като фундаментални частици и като обобщение илюстрират строежа на веществото чрез схема. В [3, 4] описват взаимодействието между кварките, въвеждайки понятията *цветен заряд* и силно взаимодействие.

4. Фундаментални взаимодействия

- Макроскопична проява. Енергии и ускорители

В [3] авторите коментират необходимостта от все по-висока *енергия* за постигането на напредък в изучаването на структурата на материята. Назовават и огромните *енергии*, които се постигат в ЦЕРН. Обръщат внимание на вълнуващия и труден за изследване въпрос дали лептоните и кварките са истински елементарни частици. В [4] разясняват, че вече познатите *сили* на триене, на еластичност и т.н. всъщност са проява на едно фундаментално взаимодействие (електромагнитно). По този начин обясняват, че *силите* в природата се свеждат до четири вида основни взаимодействия. Обръщат внимание и на факта, че вследствие на взаимодействие частиците могат да участват в реакции. Разграничават спонтанните реакции (напр. разпад на неутрона) от реакции, които протичат само при наличието на огромна *енергия*. Въвеждат учениците в областта на ускорителите, като се прави разлика между линейни и кръгови ускорители.

- Преносители на взаимодействието

В [3, 4] запознават учениците с преносителите на взаимодействието, като назовават и коментират всяка една от тези частици. В [3] започват с фотоните, тъй като това поле вече е познато на учениците. Правят разлика между реални фотони (свързани например с атомни преходи) и виртуални фотони. В [4] споменават квантовата електродинамика на Файнман. В [3, 4] запознават читателите с глюоните, бозоните и гравитоните. Споменава се кои от преносителите имат *маса*. В [4] онагледяват *силите* на отблъскване между частиците като дават за пример подаване на топка между приятели върху заледена повърхност. Топката играе ролята на посредник при взаимодействието. Прави се разлика между микросвета (стабилност на атомите, молекули, химични реакции) и мащаба на Все-

лената – решаващата роля в първия случай играят *електричните сили*, а във втория – *гравитационните*.

- Съвременна физика

В [3] наблягат на един от съвременните проблеми във физиката – обединението на взаимодействията в една единна теория. В [3, 4] споменават теорията за електрослабото взаимодействие. Авторите правят връзка между открития Хигс бозон (за който някои ученици са чували от различни източници) и инертността на частиците с *маса*.

Прави впечатление обширността на разгледаните понятия от ФЕЧ в средното образование. Частиците се групират съгласно техните характеристики. Това са величините *заряд q , маса m , време за живот τ* и съобразно общообразователното ниво на темата, коректно се правят само частични препратки на какво се дължат тези характеристики. На този етап *спинът s* не е включен като ново понятие. Специалната теория на относителността не е застъпена в ООП, но се разглежда по-късно в профилиращия модул. Квантовата механика не фигурира като формализъм, но учениците все пак изучават някои ключови идеи, които формират представата им за микросвета. Бъдещите учители трябва да притежават необходимата подготовка, за да могат да боравят с обхвата на понятията и идеите застъпени в учебниците.

ФЕЧ в бакалавърските и магистърските специалности във ФЗФ

ФЕЧ в бакалавърското обучение е застъпена като задължителна дисциплина само за определени специалности в рамките на задължителните курсове „Физика на ядрото и елементарните частици“ и „Обща физика VIII“. Изучават се и следните избираеми дисциплини: „Увод във физиката на елементарните частици“ (обхващаща общата феноменология на ФЕЧ), „Увод в теория на елементарните частици“ (в която се разглеждат симетрии и калибровъчни теории посредством класическата теория на полето) и „Вселена и елементарни частици“ (феноменологичен курс, в който се разглежда връзката между астрофизичните наблюдения и елементарните частици).

Основните знания по ФЕЧ за студентите, обучаващи се в направление 4.1 „Физически науки“, са застъпени в достатъчна пълнота само за ограничен брой специалности. Задължително обучение по ФЕЧ за тези специалности включва 30 часа лекции, участие в семинари и покрива основните концепции, давайки разширен поглед върху темата. Останалите студенти от това направление, които се обучават общо-физично, професионално или инженерно, слушат лекции между 5 и 15 часа без да има предвидени семинарни занятия. За тях основните концепции са частично до пълно застъпени, но единствено в базовата си форма.

Само някои от студентите по направление 1.3 „Педагогика на обучението по ...“ покриват основните концепции на ФЯЕЧ и частично участват в семинари, докато за други изучаването на дисциплината се свежда до абсолютен минимум. Конкретно в специалността „Учител по природни науки в ОСО“ ФЯЕЧ изобщо не е застъпена.

Техническите специалности по направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“ не включват нито ФЯЕЧ, нито квантова физика.

Магистърските програми на ФЗФ са тясно специализирани. Субядрената физика се изучава само там, където по начало е застъпена в учебния план – в специалности „Физика на ядрото и елементарните частици“ и „Теоретична и

математическа физика“. Съществуват и следните изборни дисциплини – Стандартен модел на силни и електрослаби взаимодействия; Симетрии във ФЕЧ; Слаби взаимодействия; Физика отвъд Стандартния модел; Суперсиметрия; Струни и суперструни.

Учебните програми на тези дисциплини са силно лекционни – липсват практикуми, а упражненията са сведени до минимум. Включена е самостоятелна работа на студентите по определена тема. Курсовете акцентират основно върху когнитивните равнища „знание“ и „разбиране“ [2]. Вследствие на това студентите познават елементарните частици и съотношенията между тях. Фокусът е върху разбирането на основните концепции, изясняването на явления и обяснението (но не и предсказването) на последствия. Съществува само един курс, в който се прилагат придобитите знания с цел решаване на конкретни проблеми и задачи. По-високите когнитивни равнища са застъпени едва в следващата степен на обучението (доктор), където често е необходимо да се прави синтез без достатъчна работа и опит по приложението на концепциите и анализа на задачата в дадена ситуация.

В рамките на научно-изследователската им работа докторантите по ФЕЧ разчитат на (само частично застъпените в обучението) допълнителни знания и умения в следните области: системи за автоматизация, детектори, ускорители, анализ на данни (включително и чрез изкуствен интелект), високопроизводителни изчисления, работа с огромен обем данни и други.

Перспективи

Необходимостта от осъвременяване и съгласуване на знанията, които студентите придобиват, е вече осъзната във Физически факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“. В процес е обновяване на плановете на бакалавърските специалности с цел да се включи допълнителна дисциплина „Физика на елементарните частици“, която задължително включва и практикум. Предлагат се два варианта – стандартен курс с разпределение на часовете лекции/семинари/практикум съответно 30/15/30 и кратък курс с хорариум 15/15/15.

Предвижда се специалностите „Физика и математика“ и „Физика и информатика“ задължително да слушат съкратения курс по ФЕЧ. Новите учебни планове ще влязат в сила от 2021/2022 г., а първите студенти се очаква да завършат 2024/2025 г. Предвижда се новият учебен план да включва и допълнителни задачи, които да спомогнат по-доброто осмисляне и прилагане на придобитите знания.

Заклучение

Физиката на елементарните частици предоставя ключови концепции, които излизат извън общоразпространените рамки и разширяват потенциала на търсене и възприемане на нови идеи. Затова пътят към микросвета се отваря още в средното образование и усвояването на заложените там закони и концепции гради общата култура на учениците.

В българската общообразователна подготовка ФЕЧ е фактологически добре застъпена. Учебниците акцентират върху важните открития, модерния инструментариум както и върху приложението на придобитите знания с цел възприемането на макроскопични явления като проява на фундаментални взаимодействия.

Настоящото бакалавърско обучение по ФЕЧ във ФзФ, СУ е по-скоро общообразователно отколкото специализирано. За някои специалности обучението по ФЕЧ в средното образование надхвърля това във Физически факултет. Профилираното обучение в училище допълнително ще задълбочи тази разлика за някои студенти. Поради тази причина се осъществява обновяване на учебните планове, за да може нивото на знания и умения в областта на ФЕЧ, предлагани на студентите, да надгражда или поне да е съпоставимо с учебната програма за средните училища.

Литература

- [1] *Учебна програма по физика и астрономия за X клас (общообразователна подготовка)*. <https://mon.bg/bg/2238>. 12.09.2020.
- [2] В. Bloom et al., Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. *Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay Company, Inc. (7th Edition 1972) (1956).
- [3] М. Максимов, И. Димитрова, *Физика и астрономия – учебник за 10. клас*. Klett България. (2019)
- [4] В. Иванов, Д. Мърваков, М. Гайдарова и др., *Физика и астрономия за 10. клас*. София. Просвета. (2019)

Приложение

Следва списък на частиците, които се споменават в [3, 4] към тема 3.4 „Частици“. В [3] подреждат следните частици в таблица, включвайки наименования, символ, *електр. заряд*, *маса* и *време за живот*: електрон, мюон, тау-лептон (лептони) и съответните видове неутрино; пион, каон и ета (мезони) и протон, неутрон, ламбда и сигма (бариони). Авторите подреждат кварките в таблица, включвайки поколение, наименование, символ и *електр. заряд*. Застъпени са шестте вида кварки u , d , s , t и b . Допълнително се споменава и за античастиците позитрон, антипротон, антинеутрон, антинеутрино (в контекста на бета-разпад), антикварки. Изброяват се виртуални фотони, глюони, W и Z бозони и хипотетичните гравитони като преносители на взаимодействия. Споменава се и Хигс бозонът.

ДОКЛАДИ

ВИСШЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обучението по ядрена физика в НВУ „Васил Левски“

Николай Долчинков

*Национален военен университет „Васил Левски“, Велико Търново
Национален изследователски институт „Московски енергетичен институт“,
Москва*

Абстракт: Ядрена физика се изучава от обучаемите по специалността „Защита на населението от бедствия, аварии и катастрофи“ в катедра „Защита на населението и инфраструктурата“ на Националния военен университет „Васил Левски“ във Велико Търново. Обучаемите изучават също така и дисциплини като „Дозиметрия“, „Радиационни аварии и радиационна защита“ и други, които са свързани пряко с действията на йонизиращите лъчения и защитата от тях. Дисциплината „Ядрена физика“ се изучава по действащия учебен план в IV семестър на обучението на бакалаврите. „Дозиметрия“ се изучава в същия семестър. В предходния учебен план „Ядрената физика“ се изучаваше в III семестър и предшестваще обучението за извършване на дозиметричен контрол. В предидущия учебен план разположението беше по-добро, защото се следваше логиката на дисциплините и се получаваше надграждане на знанията. Другите дисциплини, свързани с използването на ядрената енергия бяха на по-горни курсове, което следваше логиката на развитието и надграждане на изученото. Материалната база по ядрена физика е остаряла и се използват уреди от преди 30 години, които все още работят. През 2019 година посетих ОИЯИ в Дубна, Руска федерация, и се запознах с онлайн лабораторни упражнения, които колегите от СУ използват в обучението. В момента съм в процес на изучаване на възможностите за прилагане на тази платформа при наши условия, но евентуално ще мога да ги вкарам в обучителния процес едва през учебната 2021/2022 година. В процес съм на разработване на съвместна програма за извършване на общи дейности с ОИЯИ в Дубна. През този семестър ще осъществим и виртуална разходка в ЦЕРН с част от обучаемите, но все още не можем да съгласуваме конкретната дата на мероприятията. В часовете по „Ядрена физика“ студентите и курсантите посещават и експерименталния реактор в ИЯИ към БАН. През тази година ще проведе и конкурс за постери под надслов: „Развитието на ядрената енергетика в България и по света“.

1. Изложение

На 47 национална конференция по въпросите на обучението по физика проведена в НВУ „Васил Левски“ се постави въпросът за обучението на специалисти в областта на ядрената физика и ядрената енергетика. Този въпрос беше поставен и от представителите на АЕЦ Козлодуй като се очертава липсата на специалисти да се усети още в близките години. Ако се тръгне и към изграждане и функциониране на АЕЦ Белене този недостиг ще бъде още по-осезаем. Такава тенденция се забелязва и в съседната нам Румъния. Затова като национален приоритет вече може да стане обучението по ядрена физика, ядрена енергетика и близки дисциплини за нуждите на нашите ядрени мощности.

През последното десетилетие се забелязва значителен отлив на желаещи

да се обучават в областта на природните науки и математиката [1]. Дори Физическия факултет на СУ и ТУ София много трудно набират студенти, които да изучават ядрена физика и които да се вляят в армията на бъдещите български енергетици. Като добавим и скъсаните взаимоотношения с МИФИ и МЕИ Москва картината добива наистина много лош привкус. Това ще се осети в много близко бъдеще, защото средната възраст на специалистите в областта на ядрената енергетика непрекъснато се повишава и скоро ще премине критичното ниво. Групите във Физическия факултет на СУ са камерни, а в Москва няма обучаеми в МЕИ от много години, въпреки че почти целия преподавателски състав на катедра „Ядрени централи“ е минал през нашата АЕЦ, като има и колеги, които говорят сравнително добър български език. При честването на 45 годишнината на АЕЦ Козлодуй през септември 2019 година на посещение беше доайенът на катедрата професор Константин Николаевич Проскуряков.

НВУ „Васил Левски“ няма възможностите на другите ВУЗ-ове за специализирано обучение по ядрена физика и произтичащи от нея дисциплини, но все пак и ние имаме някакви традиции във времето [5]. Преди няколко десетилетия при нас са се подготвяли дозиметристи за Българската армия в специалността „Ядрена, химическа и биологическа защита и екология“, които са имали добра подготовка, като освен в армията много са се реализирали в професионален план и след завършване на службата във военските редици. При аварията в Чернобил през 1986 година НВУ „Васил Левски“ беше един от първите, които измериха изменението на радиоактивния фон и тогавашното ръководство на Българската народна армия предприе действия по ограничаване на въздействието върху военнослужещите. След промяната на ситуацията в Източна Европа нашите обучаеми придобиват вече специалност „Защита на населението от бедствия, аварии и катастрофи“ и от няколко години и в специалността „Защита на населението и инфраструктурата“ с основна насоченост действия при извънредни ситуации. Като част от тези ситуации се разглеждат и радиационните аварии и катастрофи, превантивната работа за недопускането им и намаляване и ликвидиране на последствията от тях.

Във връзка с обучението на студентите и курсантите по тези специалности последният учебен план от 2016 година предвижда обучението по „Ядрена физика“ в IV семестър на обучението в образователна степен бакалавър след преминаването на обучението по общообразователните предмети и след като са придобили основополагащи знания и умения. Хорариумът на дисциплината е 45 учебни часа, които включват лекции, практически занятия и контролни работи. Поради това, че нямаме работещи лабораторни макети обучаемите не могат самостоятелно да провеждат експерименти. По време на преминаването на курса младежите и девойките придобиват основни знания за строежа на атома, видовете радиоактивност, взаимодействието на частиците и лъчите с вещество, основни сведения за неутроните и тяхното взаимодействие [3]. Изучава се и принципа на работа на различни измервателни прибори, които се използват във войсковата дозиметрия. Дават се и основни сведения за практическото използване на ядрената енергия в ядрените централи, термоядрения синтез, медицината и техниката. Посочва се разликата между използването на ядреното делене при ядрените централи и ядреното оръжие.

В същият семестър се изучава и дисциплината „Дозиметрия“, в която придобиват практически и теоретически навици за работа с дозиметрични прибо-

ри, използвани в българската армия. Хорариумът на тази дисциплина е 45 часа, като повечето занятия са практически насочени. Тук разполагаме с дозиметри ИД-1 и други войскови уреди, които измерват радиоактивните излъчвания [10]. Макар и стари тези уреди работят и извършват добри измервания. Налага се самостоятелно да се извършват ремонти и при изгаряне на някой уред от няколко дефектирали стари прибори да се сглоби 1 действащ. Слабост на сега действащият учебен план е изучаването на двете дисциплини в един семестър, докато в предния учебен план те бяха в два последователни семестъра – „Ядрена физика“ в III семестър, а „Дозиметрия“ в IV семестър и измерването на дозиметричните величини следваше предварителната начална подготовка по ядрена физика. През следващата година ще се изготвя нов учебен план и този пропуск трябва да се отстрани. Приборите и уредите, които се използват по тези дисциплини са вече на прилична възраст, но поради стечение на обстоятелствата не се предвижда закупуване на нови такива. Добре е че все още има уреди, които работят и то даже доста добре и по този начин се правят практически измервания на радиационния фон.

Трябва да отбележа също така, че сме върнали към АЯР всички радиоактивни източници и в момента не разполагаме с такива. Необходимо е да възстановим и лицензията си за работа с радиоактивни източници, за да може да боравим с калибровани такива, които са необходими за обучението и провеждане на практическите занятия. Такава беше политиката на някои от предишните ръководства на университета и на онзи етап на развитие не предприехме действия по продължаване на работа с йонизиращи източници. С цел подобряване качеството на обучението трябва да се търси по-добро взаимодействие с Агенцията по ядрено регулиране и другите държавни органи за преодоляване на допуснатите слабости в предходни години и подобряване на условията за провеждане на качествен и пълноценен учебен процес.

Учебните програми по дисциплините се променят и актуализират през няколко години, така че те да са актуални и да следват състоянието на развитието на ядрената физика. В следващите курсове студентите и курсантите изучават и други дисциплини, свързани с ядрената физика и радиационните аварии, като „Метрология на йонизиращите лъчения“, „Радиационен риск“, „Радиационни аварии и радиационна защита“ и други. Целта е всяка следваща дисциплина да развива знанията, придобити по-рано и да е насочена към практическо използване на наученото. Хорариумът на всяка от дисциплините е 45 или 60 часа и включва както лекционен курс, така и практическите занятия [4]. По някои от дисциплините използвам помощта на областната болница за многопрофилно лечение и комплексния онкологичен център във Велико Търново, където също ни демонстрират практическо използване на различни източници, които се използват в диагностиката и лечението на различни заболявания. От Комплексният онкологичен център също изразяват тревога за липса на кадри в областта на действието с йонизиращи лъчения и дори ни търсят за съдействие при попълване на незаети работни места. Работещите там са 30-40 годишни, но натоварването също е голямо и има недостиг на специалисти.

През декември 2019 година имах удоволствието да присъствам на международната седмица в ОИЯИ в Дубна, Руска федерация с колеги от други държави. Там се запознах с много колеги от други университети, включително и с госпожа Виктория Белая от университета в Дубна и ОИЯИ, която представи интересни

онлайн лабораторни упражнения по ядрена физика, които са разработени там [6]. Дори колегите от Физическия факултет на Софийския университет вече ги използват практически в провеждането на лабораторни упражнения. Като се съобразя с възможностите на нашия университет ще се опитам да ги вкарам в обучителния процес и при нас, но това ще стане от учебната 2021/2022 година. По този начин ще се опитам да компенсирам липсата на материална база с вкарването на съвременен обучителен продукт. По време на обучението в ОИЯИ имах възможност да се запозная и с други интересни разработки, които ще се постарая да вкарам в обучителния процес по „Ядрена физика“ и други дисциплини, свързани с ядрената физика. Подписахме договор с обединения институт по ядрени изследвания и се надявам да намерим и общи точки между институциите. Това се оказа в последния месец дори много актуална тема във връзка с преминаването на дистанционно обучение при въведената извънредна ситуация във връзка с развитието на коронавируса. Може би това ще е катализатор за по-бързо въвеждане на тези лабораторни упражнения в учебния план. А също така и използването на лекции и практически занятия, които ОИЯИ са разработили и може да се използват от преподаватели и студенти за провеждане на обучителния процес. А такива материали има достатъчно на сайта на Обединения институт след регистрация и допуск за някои от тях [7].

Въпреки, че нивото на обучаемите спада с годините все още се намират курсанти и студенти, които проявяват жив интерес към проблемите на ядрената физика. В един от предишните конкурси за постери имах участничка, която беше направила макет на големия адронен колайдер в ЦЕРН. Това ме подтикна към идеята да вляза в контакт с колегите от ЦЕРН и да организираме на първо време онлайн обзорна екскурзия в института и среща с българските учени там. Това е на път да се осъществи, като все още уточняваме датата за провеждането на мероприятията в удобно и за двете страни време. За съжаление въведената извънредна ситуация и затварянето на ЦЕРН дори за онлайн връзки отложи това мероприятие най-вероятно за есента. Това ще е нещо ново в нашия университет и вече обучаеми от нашата специализация и от други специализации се интересуват кога ще е мероприятията, за да се освободят от други ангажменти, характерни за обучението при нас. С направения макет участвахме в изложбата за младежко творчество в град Горна Оряховица през 2018 година. През 2019 година разширихме нашето участие с още макети и имаме желание да се развиваме още и в тази посока.

По време на преминаване на курса по „Ядрена физика“ с курсантите и студентите посещаваме и Института по ядрени изследвания към БАН, където на практика те виждат българския експериментален реактор и другото оборудване в института. Персоналът на ИЯИ винаги се отнася с разбиране към нас и се стреми да покаже максимално много на обучаемите за времето на посещението, като искам да благодаря на ръководството им и на гл. ас. Младен Митев за любезното гостоприемство. Тук нашите младежи и девойки на практика виждат това, което са изучили и как се развързват различните техники и лаборатории за действие при извънредна ситуация с отделяне на радиоактивни, химически или биологически вещества.

Ние имаме възможност да водим нашите обучаеми и в АЕЦ Козлодуй, където те се запознават с дейността на реакторите и което е по-интересно за тях и за тяхното обучение с дейността на центъра за действия при аварии. Там те на

практика виждат реални действия при инсцениране на авария в активната зона на реактора или някаква друга ситуация с изменение на радиационния фон. Това за тях е много интересно, защото е пряко свързано с тяхната специалност.

По този начин в НВУ „Васил Левски“ успяваме да покажем практическото приложение на ядрената физика в нашето ежедневие. Така бъдещите специалисти успяват да се запознаят с практическото използване на тази интересна наука и какви мерки трябва да се предприемат за да може тя да работи в полза на човечеството и да не се допускат радиационни аварии, които имат много тежки последствия за състоянието на планетата ни [9].

През този семестър организирах за нашите обучаеми и ученици и студенти от други училища и университети конкурс за постери под надслов „Развитието на ядрената енергетика в България и по света“. Крайният срок за изпращане на постерите е 30.04.2020 г. и се надявам на интерес към мероприятиято, както и в предидущите години, когато надсловът на конкурса беше различен през годините [2]. Най-добрите творби ще ги изложим в нашия университет през май и в регионалната библиотека през юни, като точните дати все още не са уточнени. Този конкурс е пети по ред в нашия университет, като тематиката му беше избрана според препоръките на 47 конференция по обучението по физика и потребностите на обществото. Това мероприятие става традиционно за нас и участниците в него непрекъснато се увеличават, което говори добре за начина на организиране и провеждане [8].

Поради развитието на пандемията от коронавирус и удължаване на извънредното положение някои от мероприятията претърпяха изменение на предвидените срокове, но това не попречи и няма да попречи на тяхното провеждане, а само в изменение на начина на осъществяване и сроковете на крайните мероприятия, поради това, че същите зависят и от други независещи от нас събития. Това само позволи проява на гъвкавост, маневреност и използване на нови методи и технологии, както и нуждата от навлизане на дигиталните технологии.

През ноември месец ще се организира и традиционната конференция „Радиационната защита в съвременния свят“, която също ще бъде пето издание. Въпреки спецификата на тематиката броят на участниците непрекъснато се увеличава, като се забелязва и повишаване на качеството на представените научни доклади.

2. Литература

- [1] Н. Долчинков, Обучението по физика в НВУ „Васил Левски“. Годишна университетска конференция на НВУ "В. Левски" – гр. В. Търново – октомври 2016 г. ISBN 1314-1937 т.2 стр 69-73. (2016)
- [2] Н. Долчинков, Засилване на интереса на обучаемите към физиката чрез организиране на извънаудиторни мероприятия в НВУ „Васил Левски“, International journal „Knowledge“, Skopje ISSN 2545-4439 Vol 17.3 стр. 1473-1431 GIF 1.332 (2016). (2017)
- [3] Н. Долчинков, Б. Караиванова-Долчинкова, Експериментът по приложна физика и неговата роля при усвояването на практико-приложните знания от курсантите и студентите, Природните науки в образованието, Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education, Volume 27, Number 4, 2018, стр. 581-588. (2018)

- [4] Н. Долчинков, Обучение физическими дисциплинами студентов в болгарских высших образовательных учреждениях, Международная научная конференция „Инновации в технологиях и образовании“, Белово, Россия, Сборник статей 2018 г. часть 4, ISBN 978-5-906969-98-9, стр. 156-160. (2018)
- [5] Н. Долчинков, Обучението по физика при съвременното развитие на образованието в България, Годишна научна конференция на НВУ „Васил Левски“ – 27-28 юни 2019 г. ISSN 2367-7481 стр. 466-477. (2019)
- [6] ОИЯИ, Виртуална лаборатория по ядрена физика
- [7] Образователният портал ОИЯИ
- [8] Братанова Хр., За клубната дейност в НВУ „Васил Левски“, Сборник доклади от Научна конференция „Актуални проблеми на сигурността“ на НВУ „В. Левски“ – гр. В. Търново – октомври 2019 г. ISBN 2367-7465, т.4, стр. 121-130
- [9] Baev G., Satellite environmental monitoring of atmosphere in aid of the ecological and national security, The 20th International Conference The Knowledge-Based Organization „Technical Science and Military Technology“, June 2014, „Nicolae Balcescu“ Land Force Academi, Sibiu, Romania, Vol. 3, p. 13-17, ISSN 1843 – 6722
- [10] Павлов М., М. Харалампиев, Върху натрупването и преноса на радионуклидите в екосистемите, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“, НВУ „В. Левски“ – гр. В. Търново – 22 ноември 2019 г ISBN 2603-4689, стр. 76-83

Развитие на ядрената енергетика в България

Николай Долчинков^{1,2}, Бонка Енчева Караиванова-Долчинкова³

¹Национален военен университет „Васил Левски“ гр. Велико Търново

*²Национален изследователски институт „Московски енергетичен институт“,
Москва*

³РУО – Велико Търново

Абстракт: Проектът за изграждане на втора АЕЦ в България възниква през 70-те години на ХХ век, почти веднага след пускането в експлоатация на АЕЦ „Козлодуй“. В продължение на почти цяло десетилетие се избира площадка за строежа на атомната електроцентрала. Този важен за България енергиен проект неколккратно е стартиран и спиран през последните десетилетия най-често под въздействие на външни и вътрешни политически решения. Междувременно българските данъкоплатци плащат големи суми заради грешки и нерешителност на политическия ни елит. Време е специалистите в тази област да кажат своите аргументи и да се вземе най-доброто решение за България, вместо прахосването на средства без край. Въпреки че в август 2019 година приключи подаването на документи за участие в строителството на централата все още правителството ни няма изразено становище и в публичното пространство няма излезли резултати от дейността на създадените към министерството на енергетиката комисии. Вместо това продължават да се харчат пари за световно неизвестни „енергийни“ експерти, които да съветват нашите специалисти в ядрената енергетика. С това протакане и чакане да ни продиктуват решението ние ще изгоним нашите ядрени специалисти и в съвсем обозримо време ще изпитаем глад за специалисти в ядрената енергетика.

1. Изложение

Ядрената енергетика в световен мащаб осигурява повече от 33% от световното производство на електроенергия, като в някои държави като Франция, Япония и други нейният дял е повече от 60%. При нормален режим на работа на съвременните АЕЦ не съществува голям риск за авария и възможната вреда за населението е много по-ниска от тази в районите около големите ТЕЦ или крупните химически заводи.

В България за изграждането на втора АЕЦ започва да се говори още в средата на 70-те години на ХХ век на най-високо държавно ниво веднага след като първата АЕЦ в Козлодуй е пусната в експлоатация. Веднага започва и проучването на терен за построяването на нова ядрена енергийна мощност. В продължение на няколко години детайлно са направени проучвания на 26 евентуални площадки, като 4 са във вътрешността на страната, 7 са по Черноморското ни крайбрежие и 15 по поречието на река Дунав. При избора основен фактор е било наличието на достатъчно количество водни ресурси за техническо водоснабдяване на бъдещата централа, с цел нормалното и безопасно функциониране на бъдещите реактори и съпътстващото оборудване. До последния етап достигат 3 потенциални терена, разположени по поречието на река Дунав – Белене, Вардим и Батин [1]. С протокол № 315/26.02.1979 г. Министерството на икономиката

предлага площадката в Белене за одобрение.

С постановление № 9/20.03.1981 г. на Министерския съвет на България е утвърдена площадката в Белене за изграждане на втора АЕЦ у нас [2].

Предвижда се реакторите да бъдат първоначално 2 по 1000 MW, а впоследствие да се построят още 2 аналогични, като съществува вариант при нужда да има възможност да се построят и още 2. По програма на договорите между тогава действащия СИВ се предвижда изграждане на 3 АЕЦ с такива реактори – в Белене, в „Щендел“ на територията на бившата ГДР и „Темелин“ в бивша Чехословакия. След обединението на Германия строителството на АЕЦ „Щендел“ е прекратено. Въпреки че АЕЦ „Темелин“ е разположена непосредствено до границата на Чехословакия с Австрия и в близост до Виена те отстояват изграждането ѝ и от 2002 година е в експлоатация, като в момента там работят 2 блока по 1000 MW.

За историята и развитието на проекта на АЕЦ „Белене“ са изписани хиляди страници и са изговорени безброй думи. За изграждането на този стратегически енергиен обект обаче, според мен, не липсват на финансови средства, а политическите пируети продължават да играят важна роля.

През периода 1982 – 1986 година инвеститорът „Атомна енергетика“ Белене е въведен във владение на 1460 декара обработваема земя, 1078 декара горски фонд и 164 декара необработваеми земи. Строителното разрешение е дадено от ОНС Белене на 12.12.1987 година. Техническият проект е приет от Министерството на енергетиката с Протокол № 82/12.10.1988 г. По този начин се поставя началото на строителството на първите 2 енергоблока, като за основа служи подписаното съглашение за сътрудничество между правителствата на България и тогавашния СССР. Междувременно в тези години са изградени много съпътстващи съоръжения и комуникации, като: пътища, жп линия, електропроводи, насипи, дренажи, жилища и др.

За изграждането на реакторите и съпътстващите възли както на нашата централа, така и на тези в ГДР и Чехословакия се изгражда модерното тогава сдружение от типа на международна кооперация с участие на СССР, ГДР, Чехословакия, Полша, Унгария, България и др. Всяка държава участва с изработването на конкретни възли и детайли, в които е специализирана и има международно признати специалисти и предприятия. Към 1991 година от различните възли на блок 1 са били доставени между 25 и 80 % от необходимото оборудване [3]. То е било повече от 17 00 тона и представлява 60% като физическа доставка и 40% като стойностна доставка.

През 1990 година с решение № 106/17.05.1990 г. „За финансирани разходите, свързани с ограничаване строителството на АЕЦ „Белене“ се ограничават финансирането на изграждането на централата. На следващата година Александър Томов в качеството си на вицепремиер без да е посетил строежа и да е ползвал експертно мнение подготвя и Министерския съвет прима Решение № 288/28.08.1991 година „За преодоляване проблемите, произтичащи от спиране на изграждането на АЕЦ „Белене“. С последващо решение на правителството на Филип Димитров № 12/06.02.1992 г. става фактическото спиране на изграждането на втората ни АЕЦ.

Следва десетилетие белязано от множество нови експертизи, становища, заигравки и други. През това време се полагат грижи за съхранение на доставеното оборудване, консервиране на изграденото и запазване на техниката и материала

лите, което довежда до изразходване на допълнителни средства. Според международни експертизи и публикации стойността на нашия реактор е била около 2 милиарда долара към 1990 година, като дотогава са били инвестирани малко над 1 милиард. Към така похарчените средства до 2002 година ние изразходваме приблизително още толкова без да се извърши и крачка напред към завършване или отхвърляне на проекта. През тези години са направени няколко мисии на Международната агенция за атомна енергетика (МААЕ) под ръководствата на Адидар Гюрпинар, Ашли Ервин и Ханс Бликс. Работната площадка е посетена от посланиците на водещи страни в ядрената енергетика като Русия, Франция и САЩ. Провеждат се и международни експертизи за сеизмичните условия с участието изтъкнати японски специалисти, „Сименс“, „Уесингхаус“ и др.

През 1999 година МААЕ прави проверка на съхранението на доставеното оборудване и дава много висока оценка за условията за съхранение и неговото състояние.

През юни 2002 година Народното събрание приема нов закон за безопасно използване на ядрената енергия (ЗБИЯЕ). В края на 2002 г. Правителството на България приема решение № 853/12.12.2002 г. с което отменя решението от 1991 година за спиране изграждането на АЕЦ „Белене“ и подновява процедурите и лицензионните процеси във връзка с изграждането на централата. Със заповед на Министъра на енергетиката и енергийните ресурси от 7 май 2003 е създадена експертна работна група във връзка с изграждането на централата. В нея са включени експерти от Министерство на енергетиката и енергийните ресурси, Министерството на околната среда и водите, Министерство на транспорта и съобщенията, Министерството на вътрешните работи, Министерството на здравеопазването, Агенцията за ядрено регулиране, Държавната комисия по енергийно регулиране, Държавна агенция Гражданска защита, НЕК и БулАтом.

През април 2004 год. е взето решение по принцип за строителството на втората АЕЦ в България, а с решение № 260/08.04.2005 г. Правителството дава своето съгласие за изграждане на ядрена електроцентрала на площадката „Белене“ с максимална инсталирана мощност 2000 MW. Обявена е обществена поръчка за процедура за избор на изпълнител за проектиране, изграждане и въвеждане в експлоатация на блокове 1 и 2 на електроцентралата.

До крайния срок – 01.02.2006 г. оферти за участие са подали 2 компании: ЗАО „Атомстройекспорт“, Русия и консорциум „Шкода Алианс“, Чехия. На 30.10.2006 г. официално се съобщава, че руската ЗАО „Атомстройекспорт“ е спечелила конкурса с вариант А92 за изграждане на два блока с мощност 1000 MW с вода под налягане на одобрената площадка.

На 24.01.2007 г. България, в изпълнение на изискванията на чл. 105 на Договора на Евратом, нотифицира Европейската комисия (ЕК) за подписано на 29.11.2006 г. Споразумение между НЕК и „Атомстройекспорт“ за проектиране, изграждане и въвеждане в експлоатация на АЕЦ „Белене“. В отговор ЕК изразява становище, че те отговарят на принципите на договора и могат да се прилагат.

В процедурата по избор на инвеститор участват 10 фирми, като след подбор са избрани 2 – Elektrabel (Белгия) и RWE (Германия). Изборът пада на германската фирма. За водеща структурираща и организираща банка е избрана френската „БНП Париба“.

На 18.08.2008 г. в присъствието на президентите на България – Георги Първанов и на Русия – Владимир Путин е подписано споразумение за инже-

ринг, доставка и строителство на АЕЦ „Белене“. Главен чуждестранен подизпълнител на руската компания „Атомстройекспорт“ е консорциум между френската група за ядрена енергия „Арева“ и немската фирма „Сименс“. На 05.12.2008 г. е подписано Допълнение 5 към споразумението от 29.11.2006 г. за поръчка и производство на оборудването.

През ноември 2008 г. ЕК официално посочва АЕЦ „Белене“ като един от трите примера за ядрен проект от трето поколение и препоръчва бъдещите нови ядрени мощности да бъдат само с ниво на безопасност и икономическа ефективност като това на трето поколение реактори.

На по-късен етап съответно през септември 2009 г и през януари 2010 г от проекта се изтеглят RWE и БНП Париба. Това довежда до забуксуване на проекта и неговото спиране на 28.03.2012 г с решение на Народното събрание.

След поредното спиране на изграждането на централата в България се инициира подписка, съдържаща 770 000 подписа за провеждане на национален референдум. На 24.10.2012 г. Народното събрание решава въпросът за националното допитване да е: „Да се развива ли ядрената енергетика в Република България чрез изграждане на нова ядрена електроцентрала?“, а самото допитване да е на 28.01.2013 г. За да бъде валиден референдумът, т.е. той да има юридическа стойност и решението от него да влезе в сила окончателно, то той трябва да отговаря на две условия:

1. Да гласуват поне същия брой гласоподаватели, колкото на последните парламентарни избори, т.е. 4 345 450 от включените в избирателните списъци 6 949 120 гласоподаватели;

2. Отговорът с 50% + 1 от гласовете да се приеме за легитимен.

Да се развива ли ядрената енергетика в Република България чрез изграждане на нова ядрена електроцентрала?

	Гласове	% от гласувалите	% от избирателите
Да	851 757	60,603	12,257
Не	533 526	37,961	7,678
Невалидни/празни гласове	20 180	1,436	0,290
Общо	1 405 463	100,000	20,225

Таблица 1: Резултати от национален референдум [4]

При отсъствие на необходимия минимален брой гласоподаватели за валидност на допитването, но при наличие на минимум 20% избирателна активност в изборния ден и повече от половината да са отговорили с „Да“, то спорът за доизграждането на АЕЦ „Белене“ се връща в Народното събрание, където депутатите отново ще обсъждат бъдещето на ядрената енергетика в България и ще вземат окончателното решение за съдбата на недостроената втора ядрена централа до крайдунавския град Белене, както се получава на практика [4]. Резултатите от допитването са показани в таблица 1.

В последствие решението на въпроса се развива във времето и се спира развитието на нови ядрени мощности в България.

През годините се говореше в публичното пространство за много закононарушения и съмнения за разиграване на пари под масата между публични лица, политици и експерти, но всичко това остава в сферата на догадките. Или както казва Маргарет Труман, дъщеря на бившия президент на САЩ и основател на ЦРУ Хари Труман това е „капиталистическо решение на социалистически проблем“ [5].

Междувременно след спиране на работата по проекта започнаха съдебни дела между българската и руската страни, които се проточиха няколко години и стигнаха до Международния Арбитражен съд. Решението на Арбитражния съд в Женева, което е оповестено през лятото на 2016 г., постановява Република България да изплати изработеното до момента оборудване на изпълнителя „Атомстройекспорт“ около €620 000 000. През септември 2016 година след провеждане на кратки дебати Народното събрание одобри на НЕК да се отпусне държавен заем за разплащане с руската страна, защото всеки ден забавяне струва на българския данъкоплатец приблизително €330 000.

Пред България се очертават три сценария във връзка със съдбата на оборудването:

1. То да бъде продадено на друга страна, като усилено се говори за Иран. Този сценарий е малко вероятен, поради спецификата на стоката и цената, която може да получим. Вече имаме горчивия опит на препродажбата на първия изгтовен, който продадохме на Русия за $\frac{1}{2}$ от себестойността;

2. Да се приватизира проектът, като се търси стратегически инвеститор. Потенциален такъв инвеститор най-вероятно ще бъде отново руски или китайски, което не се възприема от някои политически кръгове, които робуват на свои измислени идеали;

3. Правителството да продължи изпълнението на проекта, което означава данъкоплатците да поемат разходите.

За развитието на ядрената енергетика има много аргументи „за“ и „против“, но е настъпило вече времето, ако искаме да сме страна с някаква тежест, а не изтривалка, да започнем да отстояваме своите интереси, защото всички значими енергийни проекти ни заобикалят, за сметка на съседите ни. Защото при това развитие на държавата ни и неадекватната енергийна политика, която водят правителствата ни скоро ще станем вносител на енергия и за същите енергоносители, които ползваме сега, ще трябва да плащаме на посредници и други страни за доставката им [6]. Според мен е жизнено необходимо за развитието на България при вземане на решения, касаещи големи стратегически проекти политиките да не следват своите конюнктурни цели и препоръките на „своите приятели“, а да се вслушат в доводите и мненията на специалистите и експертите в съответните области.

През август 2019 година приключи срокът за подаване на документи за участие в изграждането на АЕЦ „Белене“ или за доставяне на възли и детайли по оборудването. В търга участваха 19 компании от различни държави – Русия, Франция, Германия, Китай, Южна Корея, САЩ и други. Въпреки, че срокът за разглеждане на офертите изтече все още от Министерството на енергетиката няма изразено становище. Моето мнение е, че трябва да се вземат чисто технически и икономически обосновани решения, които да защитават българските енергийни и икономически интереси на сегашния етап на развитие. Не трябва да се допусне вземане на лобистко решение в полза на недоказани специалисти, но

верни спонсори и поддръжници на определени фирми и държави.

Много сериозен е проблемът с наличието на кадри в областта на ядрената енергетика и обучението на млади кадри, които да подменят доайените на енергетиката в момента. Трудно се намират кандидати за обучение във Физическия факултет на СУ и ТУ София, вече практически е прекъсната и връзката с чуждестранните университети.

2. Изводи:

1. При започване изграждането на АЕЦ „Белене“ е направен цялостен и задълбочен анализ на предложените площадки и избран най-добрият вариант, според наши и чужди специалисти;

2. ЕК официално посочва АЕЦ „Белене“ като един от трите примера за ядрен проект от трето поколение и препоръчва бъдещите нови ядрени мощности да бъдат само с ниво на безопасност и икономическа ефективност като това на трето поколение реактори;

3. Протакането на изпълнението на проекта, многобройните комисии, експертизи и др. процедури оскъпиха няколкократно проекта, с което допълнително се натоварва българския данъкоплатец;

4. Необходимо е намирането на стратегически инвеститор и завършването на проекта, като трябва да се отстояват българските национални и енергийни интереси, а не чужди и лобистки такива.

3. Литература

- [1] Н. Набатов и колектив, *Електроенергетиката на България*, ТАНГРА Тан-НакРа ИК, София. (2015)
- [2] Постановления и решения на МС на Република България, София,
- [3] Б. Манчев, *АЕЦ „Белене“* – лекции пред клуб „Енергетик“, София. (2010)
- [4] ЦИК, *Резултати от референдума: „Да се развива ли ядрената енергетика в Република България чрез изграждане на нова ядрена електроцентрала?“*, София. (2013)
- [5] Truman Margaret, *Murder in the CIA*, Random house New York. (1987)
- [6] Долчинков Н., *История, развитие и перспективи на проекта АЕЦ „Белене“*, Научна конференция „Радиационната безопасност в съвременния свят“ НВУ „В. Левски“- гр. В. Търново – 11 ноември 2016 г. ISBN 978-954-753-243-4 стр. 81-90

Студенти медицина и ядрената физика*

*Наташа Иванова, Детелина Илиева
МУ „Проф. д-р Параскев Стоянов“ – Варна,*

Абстракт: Още с първите стъпки на ядрената физика в ежедневието на хората, започна нейното използване в медицината. Днес ядрената физика е заела водещи позиции при диагностицирането и лечението на множество тежки заболявания. Съвременната апаратура, използваща ядрени процеси, дава несравнимо богатата информация на лекаря. Тази информация спомага за точно и качествено диагностициране на медицинския проблем, а от там и на прецизно и адекватно лечение.

Студентите по медицина изучават ядрена физика в рамките на учебната програма по дисциплината „Медицинска физика“ в първи курс. От нашата работа със студентите медици сме установили, че това е трудна тема за тях и често остава неразбрана в достатъчна степен. Това ни провокира да помислим за използване на неформални методи на обучение, специално за тази част от учебната програма. В тази научна статия ние бихме искали да споделим нашия практически опит по този въпрос.

1. Изложение

В миналото, до влизането на България в Европейски съюз (ЕС), неформалното обучение се наричаше извънкласно обучение, защото при неговото провеждане използваните методики се отличават от тези, използвани при традиционното образование и се извършваше в извън училищно време. Такива извънкласни форми на обучение бяха различни видове кръжоци по интереси, базиращи се на науката, културата и спорта. Участието в тях бе доброволно и се провеждаше по предварително подготвена програма, която не винаги бе съобразена с изискванията на традиционното училище, но винаги беше съобразена с възрастовите особености на участниците.

При влизането на България в ЕС, обучението бе адаптирано към дефинициите и изискванията, въведени чрез основните документи на ЕС.

Ето какви са определенията според ЕС (ЕС 2001):

Формално обучение: обучение, обикновено предоставяно от институции за образование или обучение, структурирано (по отношение на цели, време за обучение или подкрепа за обучение) и водещо до сертифициране. Формалното обучение е съзнателно, от гледна точка на обучаемите.

Неформално обучение: обучение, което не се осигурява от образователна или обучаваща институция и обикновено не води до сертифициране. То обаче е структурирано (по отношение на учебните цели, времето за учене или подкрепа за обучение). Неформалното обучение е съзнателно, от гледна точка на обучаемите.

Информално обучение: учене в резултат на ежедневни дейности, свързани с работата, семейството или свободното време. То не е структурирано и обикновено не води до сертифициране. Информалното обучение може да бъде съзна-

*Докладът не е представен на конференцията

телно, но в повечето случаи е нецеленасочено или случайно“ [1].

Според д-р Radhika Karig от университета в Делхи, Индия [2] неформалното обучение се дефинира като: всяка преднамерена, систематична и съзнателна образователна дейност, която е извън системата на традиционното училище. Тази дейност е организирана и насочена по такъв начин, че да бъде лесно адаптирана към изключителните изисквания и нуждите на обучаващите се. Такава дейност или дейности могат да бъдат от полза и по време на изключителни ситуации и събития, като основния мотив в тези случаи е максимално увеличаване на положителния ефект от това обучение и минимизиране на отрицателните ефекти, които често съпътстват формалното обучение, провеждано в училище. Като примери за методики на неформално обучение, тя дава, разиграване на различни роли по време на обучението, писане на доклади, извършване на проучване и представяне на информацията от това проучване и др. Д-р Karig счита, че основното при неформалното обучение е неговото фокусиране върху обучаемия и неговите нужди, възможности и желания, за разлика от формалното обучение.

В тази статия са представени нашите наблюдения при обучението на студенти по медицина по учебната дисциплина „Медицинска физика“, преподавана в Катедра „Физика и биофизика“ към МУ-Варна.

Първата и втората учебна година от обучението на студентите са белязани от натрупването на знания и умения, създаващи фундамента за по-нататъшното им обучение и развитие като лекари. Една от тези фундаментални учебни дисциплини за бъдещите лекари е физиката, в онази си част, която е свързана непосредствено с медицината. Тя се изучава в първи курс, първи семестър. Темите свързани с ядрената физика са в края на лекционния материал. Това е времето преди края на семестъра, когато студентите са вече доста изморени и претрупани с нови знания, не само по физика, но и по останалите учебни дисциплини. Вероятно, това е една от причините ядрената физика да се възприема от бъдещите медици като „много труден материал“. Друга причина за това твърдение на студентите е вероятно липсата на достатъчно примери за приложение на ядрената физика в лекционния материал. Да така е, но е невъзможно в рамките на учебното време да се представят множество и разнообразни примери за приложение. Накратко казано – времето не стига за това. А в действителност примери за приложението на ядрената физика в медицинската практика има много.

Темите, които се разглеждат в учебната програма са дадени под следните номера в конспекта на учебната дисциплина [3]:

✓ **23 тема:** Рентгенови лъчи.

✓ **24 тема:** Радиоактивност. Използване на радиоактивните лъчения в медицината.

✓ **25 тема:** Дозиметрия и лъчезащита.

Това са доста обширни теми, предвидени за преподаване в рамките на шест академични часа, по два за всяка тема. За това предложихме на желаещите студенти по медицина разработка на микро-проекти по гореизложените задължителни теми от учебната им програма.

Идеята за микро-проекта

Неформалното обучение изисква интерактивни методи на обучение.

В педагогиката се различават няколко такива модела [4]:

* пасивен – ученикът е в ролята на „обект“ на обучението (слуша и гледа);

* активен – ученикът е в ролята на „субект“ на обучението (самостоятелна работа, творчески задания и задачи);

* интерактивен – *inter* (взаимен), *act* (действие). Процесът на обучение се осъществява в условията на постоянно, активно взаимодействие между всички ученици. Ученикът и учителят са равноправни субекти на обучението.

Класификацията на интерактивните методи дадена от проф. Иванов от Шуменския университет е следната [5]:

➤ ситуационни методи – имитиращи професионалната или имитаторска дейност за учебни цели;

➤ дискуссионни методи – водене на дискусия по даден проблем;

➤ опитни (емпирични) методи – извършване на изследователска и експериментална работа в дадено направление.

Решихме да използваме емпиричен модел и по-точно „Метода на проектите“. По отношение позитивите от използване на този метод, нашето мнение напълно се покрива с мнението на проф. Иванов [5]:

- изпълнението на изследователски проекти спомага за оформяне на личностните качества;

- студентите демонстрират своята интелектуална и морална автономност;

- търсят и намират отговор на своите въпроси;

- научават се да използват различни източници на информация, оценявайки тяхната релативност и качества;

- организират и представят информацията удовлетворявайки идеите за собствените си цели.

Въз основа на гореизложеното, предложихме на вниманието на студентите от специалност „Медицина“ разработването на микро-проекти на тема „Приложение на йонизиращите лъчения в медицината“.

Основната цел, която си поставихме чрез този микро-проект бе да се провокира интереса и насочи вниманието на студентите от специалност „Медицина“ към темите свързани с йонизиращите лъчения и тяхното приложение в Медицината.

Основните задачи, осигуряващи реализирането на основната цел бяха:

1. Да се направи проучване и обобщят резултатите в кратка научна информация за едно от приложенията на йонизиращите лъчения в медицината.

2. Обобщената научна информация да бъде представена под формата на презентация на Power Point.

3. Да се провокира екипната работа.

4. Да се предостави поле за изява на личностните, индивидуални качества, чрез представяне на собствена разработка пред обществен форум.

По-късно, след като вече бяхме представили микро-проекта на студентите, решихме да включим и не йонизиращи лъчения, имайки предвид ядрено-магнитния резонанс (ЯМР). Оказа се обаче, че нито една от 22-те представени презентации не засегна темата ЯМР. Всички презентации разглеждаха приложението на йонизиращите лъчения в различни аспекти на медицината и за диагностика, и за лечение.

За да провокираме екипната работа, която си бяхме поставили като задача за изпълнение, предложихме на студентите да работят в отбор от двама или най-много трима, при разработването на темата. Имаше само една разработка от студент, работил самостоятелно.

На студентите бяха дадени конкретни насоки за изготвяне на презентациите и представянето им пред журито.

Критерии за оценка на цялостната работа бяха следните:

- ✓ научност и достоверност на информацията – 50 % от общата оценка;
- ✓ оформление на презентацията – 25 %;
- ✓ устна защита – 25 %.

Стимул за добре свършена работа бяха получените награди.

Навлизайки в академичните среди, студентите се научават да работят върху собственото си израстване. Това израстване включва и самостоятелна работа за получаване и систематизиране на знания. Затова освен материалните награди за победителите, ние предвидихме и морални:

- предоставяне на възможност за участие в различни научни форуми;
- представяне по време на състезанието по Медицинска физика през месец февруари 2020 г.;
- скипът класиран на първо място ще посети АЕЦ „Козлодуй“.

Всички презентации, първо бяха прегледани от асистента, водещ упражненията на съответната група студенти, а след това от Ръководителя на Катедрата проф. Кр. Николова. Следващият етап на проверка бе направен от представители на WIN – България, АЕЦ Козлодуй и БЯД. Всички презентации им бяха изпратени и като резултат, получихме оценката на всеки проверяващ за всяка една презентация.

Денят за устно представяне на презентациите бе 19 декември 2019 г. Журито, оценяващо презентациите, бе в състав:

Председател: проф. Кръстена Николова, Ръководител Катедра „Физика и биофизика“.

Членове:

Медицински физик експерт Бистра Манушева, началник отдел „Радиационен контрол“, РЗИ Варна – представител на WIN – България.

Гл. ас. Наташа Иванова, Катедра „Физика и биофизика“ – представител на БЯД и WIN – България.

Гл. ас. Детелина Илиева, Катедра „Физика и биофизика“ – представител на WIN – България.

Ас. Стефка Минкова, Катедра „Физика и биофизика“ – представител на WIN – България.

И всички останали асистенти от катедрата по физика и биофизика на МУ – Варна. Зачетена бе и оценката на представителите от АЕЦ Козлодуй.

2. Резултати и заключение

За първа година организирахме микро-проект по теми, свързани с йонизиращите лъчения и тяхното приложение в медицината. Отзвукът сред студентите беше много добър, макар участието им да беше доста слабо.

Общият брой на записаните студентите от специалност „Медицина“, първи курс за учебна 2019/2020 година е 240. От тях участниците в микро-проекта са 41 студенти.

Общо са представени 22 презентации, от тях:

- 1 презентация с един автор;
- 19 презентации с двама автори;

- 2 презентации с трима автори.

За резултати получени от реализирането на този проект, макар и не със 100% точност, можем да съдим по успеваемостта на студентите по време на изпита по „Медицинска физика“.

В изпитните протоколите фигурират 236 студенти.

От тях 7 не са се явили или имат признат изпит от предходна година.

Студенти не издържали входния тест, без право да теглят билети с въпроси е 7.

От останалите 222 студенти, 56 са изтеглили и работили по тема от йонизиращи лъчения.

Катедра физика и биофизика работи на базата на точкова система при оценяване работата на студентите. Максималния брой точки, които може да получи студентът за писмената част на изпита по дадена тема е 30 точки. В **Таблица 1** са дадени данни от писмената част на изпита, показваща колко пъти е била изтеглена съответната тема. **Таблица 2** показва броя студенти получили определен брой точки на съответната тема и процентното им съотношение, спрямо броя изтегляния по тази тема.

№ на темата	Брой изтегляния
23 тема	18
24 тема	20
25 тема	18

Таблица 1. Брой изтегляния на всяка тема.

№ на темата	Брой точки / % отношение			
	0 -14	15 - 20	21 - 25	26 -30
23 тема	4 / 22%	4 / 22%	4 / 22%	6 / 33%
24 тема	2 / 10 %	7 / 35%	1 / 5%	10 / 50%
25 тема	4 / 22%	3 / 17%	6 / 33%	5 / 28%
ОБЩО	10 / 18%	14 / 25%	11 / 20%	21 / 37%

Таблица 2. Брой студенти, получили определен брой точки на съответната тема спрямо тяхното процентно съотношение.

Изводите от получените резултати:

- ✓ Студентите имащи резултати от 26 до 30 точки от всички въпроси разглеждащи ядрена физика, т.е. максимален и близък до максималния брой точки, са най-много – общо 37%;
- ✓ Студентите имащи резултат от 21 до 25 точки са 20%.
- ✓ Обобщавайки резултатите от тези две групи, т.е. студентите имащи от 21 до 30 точки, са повече от половината от всички студенти изтеглили тема от ядрената физика – 57%.

Тези данни показват високо ниво на знания свързани с ядрената физика на студентите по медицина. Ние вярваме, че това високо ниво се дължи до голяма степен и на използвания модел на проектното обучение, което приложихме при преподаването на бъдещите лекари през тази година.

- ✓ Най-високи резултати имат студентите изтеглили 24 тема – Радиоактивност. 50% от студентите са получили от 26 до 30 точки.

Темата радиактивност, беше най-често срещана в представените презента-

ции. Явно този факт силно е повлиял, получаването на такива високи резултати.

✓ И при трите теми процентното съотношение на студентите, получили от 21 до 30 точки, т.е. на достатъчно добро ниво на овладяване на учебния материал е над 50 %:

- За 23 тема – 55%;
- За 24 тема – 55%;
- За 25 тема – 61%.

Тези резултати ни дават сигурност, че използването на неформално обучение, в случая разработване на микро-проект е надежден начин за повишаване на интереса към ядрената физика у бъдещите лекари. А знанията, които те придобиват, разработвайки такива проекти, създават трайна основа. По-късно, когато тези млади хора започнат да практикуват лекарската професия, базирайки се на тези знания и използвайки ги креативно, те ще помогнат за подобряване здравословното състояние на много хора. А може интереса създаден от този микро-проект да предопредели избора на бъдещата им лекарска специалност било то обща диагностика, нуклеарна медицина и метаболитна терапия или лъчелечение.

3. Благодарности

- Благодарим за оказаната подкрепа от Дружеството на жените в ядрената индустрия (WIN – България), представителите на АЕЦ Козлодуй и Българско ядрено дружество (БЯД). Много ценна за нас бе помощта им при оценяване на презентациите на студентите. Специални благодарности за WIN – България, финансирани наградния фонд.

- Благодарим на всички колеги от катедрата по физика и биофизика на МУ–Варна за оказаната ни помощ по организацията и провеждането на конкурса, както и за оценяването при представяне на презентациите от студентите.

- Не на последно място, благодарим на нашите студенти за отделеното време и труда, който положиха при подготовката и представянето на тези презентации.

4. Литература

- [1] Formal, Non-formal, Informal learning, Jyväskylä University of Applied Sciences, Teacher Education College, Irmeli Maunonen-Eskelinen. (2007), https://salpro.salpaus.fi/tes/CD-room/pdf/A1_Salpaus_formal_informal_nonformal_learning.docx.pdf
- [2] Kapur, R, Non-Formal Education, University of Delhi, India, 03.02.2020 https://www.researchgate.net/publication/323745512_Non-Formal_Education
- [3] Учебна програма по Медицинска физика, Катедра физика и биофизика, Медицински университет „Проф. Д-р Параскев Стоянов“, Варна
- [4] Интерактивно обучение 03.02.2020 <https://angelsto.wordpress.com/>
- [5] Иванов, И. *Интерактивни методи на обучение, Юбилейна научна конференция с международно участие 50 години ДИПКУ – Варна* на тема: „Образование и квалификация на педагогическите кадри – развитие и проекции през XXI век“. (2005) www.ivanpivanov.com/uploads/sources/55_Interaktivni-metodi-za-obuchenie.pdf

Комбиниран сателитен и наземен мониторинг на въздушното замърсяване над София – резултати и изводи

Николай Такучев
Тракийски университет, Стара Загора

Абстракт: *Увод.* В последните години обществеността на София е обезпокоена от честите зимни превишавания на нормите на замърсяване на въздуха с фини прахови частици – приносители към дихателната система на вируси, бактерии и тежки метали. *Цел.* Беше проведено проучване на замърсяването на въздуха над София с комбиниран метод – наземни и сателитни наблюдения за 18 годишен интервал с цел да се извлече допълнителна информация за замърсяването на въздуха над града, чийто разположение – в котловина, е предпоставка за чести обгазявания. *Материал и методи.* Използваните за проучването данни бяха получени от наземни наблюдения в 5 автоматични станции в рамките на град София и от сателитни данни, извлечени от сайт на НАСА. Комбинираното проучване компенсира информационните ограничения на всеки от двата източника на данни, ако бъдат използвани поотделно. *Резултати.* Сателитните наблюдения дават усреднена картина на концентрацията на замърсителите над цялата Софийска котловина и показват нарастваща концентрация на прахови аерозоли (показател UV aerosol index) през последните 6 години, т.е. показват, че тревогите на обществеността са основателни. Същевременно не се забелязва увеличение на саждите във въздуха над София, т.е. разпространеното мнение, че запрашеността се дължи на горене на гуми и текстил, не се потвърждава от наблюденията. Проучването показва, че основна причина за увеличаващото се замърсяване над Софийската котловина изглежда е тенденцията към намаление на скоростта на вятъра над западните части на страната, което увеличава въздушното замърсяване в редица големи градове, в частност намалява продухването на Софийската котловина, а увеличението на емисиите на прахови частици, ако го има, е вторична причина. С това намаление на скоростта на вятъра се обясняват и увеличаващите се концентрации на други замърсители във въздуха, в частност на метан. *Изводи и обсъждане.* Локална причина за намаляващата през последните години скорост на приземния вятър над Софийската котловина са препятствията пред естествените въздушни течения, прочистващи котловината. Такива препятствия са високото строителство, неоптималната посока и ширина на улиците, но също и дървесната растителност по тях, както и парковете. Целогодишната денонощна цикличност на вятъра над София (по контакта планина – подножие, т.нар. „планински бриз“) е negliжирана до момента като допълнителна възможност за прочистване на въздуха през отоплителния сезон. Наземните наблюдения показват, че в различните части на града има сложна конфигурация на потоците въздух, променящи посоката си през деня и нощта. Наземните наблюдения показват различия в състава, т.е. в произхода на праховите частици в различните части на града.

1. Увод

През отопляемото полугодие в последните няколко години се забелязва повишено въздушно замърсяване, предимно с фини прахови частици, над няколко големи градове в западните части на страната, в частност над София. Това предизвиква обществено безпокойство, изразяващо се в дискусии в медиите и многолюдни протестни шествия. В търсене на причината всички съсредоточават вниманието си върху потенциалните източници на замърсяващи емисии, като основното предположение беше, че основен източник е битовото горене на неподходящи горива, отделящи много сажди. Такива са мократа дървесина, автомобилните гуми, текстилът. Дори бяха утежнени законовите мерки срещу ползвателите на такъв вид горива.

2. Цел

Беше проведено проучване на замърсяването на въздуха над София с комбиниран метод – наземни и сателитни наблюдения за последните 18 години с цел да се извлече допълнителна информация за историята и динамиката на замърсяването на въздуха над града, чието разположение – в котловина, е предпоставка за чести въздушни замърсявания.

3. Материал и методи

Използвани в проучването бяха:

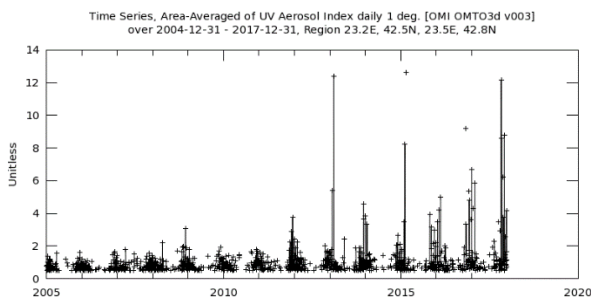
- Наземни данни, получени от Изпълнителната Агенция за Околна Среда (ИАОС) за пет автоматични измерителни станции (АИС) в София – Павлово, Орлов мост, Дружба, Надежда и Хиподрума. Автоматичните станции работят непрекъснато, регистрират концентрациите на стандартен набор от замърсители на въздуха, в частност фини прахови частици и някои метеорологични параметри. ИАОС ни предостави данни за интервала от 2006 г. до 2013 г.

- Данни от сателитни наблюдения за региона на София от последните 18 години, извлечени от базите данни на НАСА чрез интерфейса GIOVANNI [1].

Комбинираното проучване компенсира информационните ограничения на всеки от двата източника на данни, ако бъдат използвани поотделно. Сателитните данни са от ограничените моменти на прелитането на сателита над района два пъти в денонощието (ограничение по време), но са усреднена информация от площи с размерите на град. Предимство на наземните автоматични станции са непрекъснатите във времето наблюдения, но получават данни само в рамките на ограничен периметър около станцията (ограничение по площ).

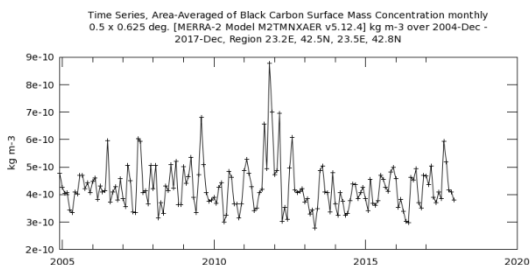
4. Резултати

Сателитните наблюдения показват (фиг. 1) нарастваща концентрация на прахови аерозоли (показател UV aerosol index) във въздуха над София през последните 7 години, т.е. потвърждават количествено, че повишената тревожност на обществеността по отношение на праховото замърсяване на въздуха над града е основателно и увеличението на замърсяването е наблюдаемо от Космоса.



Фигура 1. Сателитните наблюдения показват нарастваща концентрация на прахови аерозоли над цялата Софийска котловина през последните 7 години.

Същевременно чрез сателитните наблюдения не се забелязва увеличение на сажите във въздуха над София, т.е. разпространеното мнение, че запрашеността се дължи на горене на гуми и текстил, не се потвърждава от сателитните наблюдения (фиг. 2). Вижда се, че през последните години дори има известно намаление на сажите във въздуха над София в сравнение с предходните, т.е. увеличението на праховото замърсяване не се дължи на въглеродни частици, отделени в резултат на горене.



Фигура 2. Концентрация на сажиде във въздуха над София. Концентрацията е максимална през 2012 г., когато няма протести срещу праховото замърсяване на въздуха. В последните години концентрацията на сажиде дори по-малка от тази през първото десетилетие на века.

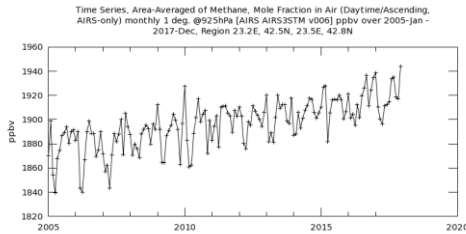
Възможно ли е сред причините на праховото замърсяване да е миграция на прахово замърсяване, например от пустинен прах? За района на София пустинният прах дава малък принос в запрашеността – средногодишно около $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ при прагова стойност на годишната норма $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, т.е. преносът му не е основен влияещ фактор в запрашеността над София.

Сателитните наблюдения показват, че не само концентрацията на праховите частици нараства над София (фиг. 3).

По-мощно изследване показва, че метановото замърсяване на въздуха покрива цяла Западна България и прилежащите ѝ области на запад от границите на страната. Има ли това покритие на замърсяването връзка с аналогичното по площ прахово замърсяване на въздуха през зимата над разположените в Западна България големи градове Видин, София, Перник, Благоевград?

Освен с увеличаваща се емисия на замърсяванията, обрисуваната картина може да се дължи и на динамиката на разсейването им. Скоростта на вятър в Западна България е забележимо по-малка по големината от тази в източните части на страната, т.е. разсейването на замърсяването на въздуха в западните части на

страната е по-слабо и концентрацията на въздушните замърсявания би била по-висока от тази в източните части, дори при сравними емисии на източниците на замърсяване. София е разположена на дъното на котловина. В котловината са по-слаби както ветровете, разсейващи замърсяването на въздуха в хоризонтална посока, така и вертикалното издигане на замърсения въздух поради честите топлинни инверсии.

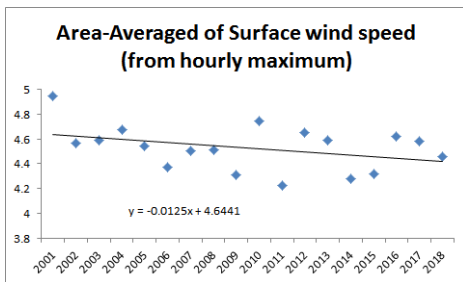


- The user-selected region was defined by 23.2E, 42.5N, 23.5E, 42.8N. The data grid also limits the analyzable region to the following bounding points: 23.5E, 42.5N, 23.5E, 42.5N. The analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

Фигура 3. Концентрацията на метан над Софийското поле нараства в последните години.

Фиг. 3 заостря вниманието върху допълнителен проблем – показва увеличение на замърсяването във времето над Софийското поле. Сателитните данни подсказват възможната причина – тя отново е свързана с вятъра. Скоростта на вятъра над София намалява през последните години (фиг. 4), т.е. намалява разсейването на замърсяването на въздуха над града.

В условията на намаляващ вятър замърсяването на въздуха би нараствало през годините дори без увеличение на замърсяващите емисии. Фиг. 2 показва, че вероятно няма увеличение на емисиите през годините, а увеличаващото се прахово замърсяване (фиг. 1) се дължи на влошени атмосферни условия, в частност на намаляващия вятър.



Фигура 4. Усредненият за година часови максимум на големината на скоростта на вятъра намалява през последните години.

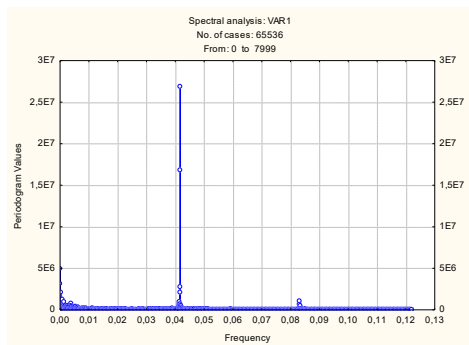
Каква е причината за намалението на скоростта на вятъра над Софийското поле остава неизяснен проблем. Вероятно основната причина са климатичните промени от планетарен мащаб, но внимание заслужават и местните причини. Такива са препятствия за вятъра в резултат от човешката дейност – високо сградно строителство, тесни улици по посока на главните въздушни потоци, но също дървесната растителност по улиците и в парковете. Т.е. от възлово значение за прочистването на въздуха над град София е да се изяснят характеристиките на

вятъра особено в месеците с най-голямо замърсяване на въздуха – ноември, декември и януари, когато емисиите от битовото отопление се съчетават със слабия вятър.

Вертикалното разсейване на замърсяванията зависи от динамичното състояние на атмосферата, определящо силата на конвекцията. Конвекцията издига във височина нагретия от земната повърхност приземен въздух, заедно със замърсяванията в него, замества го с по-чист въздух от височина, като по този начин намалява концентрацията на замърсяването на въздуха при земната повърхност. Резултатите от проучването показват увеличаваща се устойчивост на атмосферата над София, потискаща конвекцията, в най-голяма степен през ноември и март.

Оценка на разпределението на вятъра по големина и посока за района на София беше получена въз основа на данните от петте наземни автоматични станции.

В програмата на Софийската община за борба с мръсния въздух авторите ѝ споменават, че не взимат предвид възможна денонощна цикличност на вятъра в София. На фиг. 5 е показан резултатът от Фурие анализ на почасовите данни от 2008 до 2013 г. за посоката на скоростта на вятъра в района на автоматична станция Павлово. Анализът показва наличието на отчетлива зависимост на скоростта на вятъра от 24 часовия интервал, т.е. наличие на ясно изразена денонощна цикличност на вятъра, възникващ на границата между планината Витоша и град София в северното ѝ подножие, т.нар. „планински бриз“.



Фигура 5. Фурие анализът на почасовите данни за посоката на вятъра за 6 години – от 2008 до 2013 за АИС Павлово показва рязък пик на 24 часовия период (съответстващ на честота $0,041$ по формулата $=1/0,041$), което означава наличие на ясно изразена денонощната цикличност на посоката на вятъра.

Ролята на този цикличен вятър за разсейването на въздушното замърсяване над София не бива да се пренебрегва. Планинският бриз е най-силен през лятото, но проучването показва, че макар и по-слаб, е забележим и през зимата. Планинският бриз е вятър, който духа между града и планината и сменя посоката си през деня и през нощта, което изисква изследване на въздействието му през деня и през нощта поотделно.

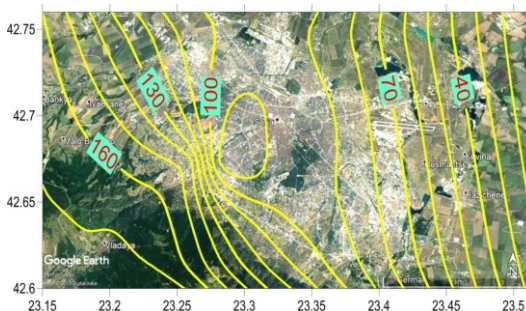
Наземните наблюдения показват, че в различните части на града има сложна конфигурация на потоците въздух, променящи посоката си през деня и нощта.

Анализът на данните за вятъра през декември за проучените години показва, че през деня вятърът е най-слаб в района на Орлов мост (северно от Борисовата градина, дървесната растителност в която пречатства въздушните течения от

планината Витоша. От планината се спуска въздушен поток западно от центъра на града, който води до циклични завихряния на въздуха източно и западно от спускащия се поток. Завихрянията връщат незамърсен въздух от изток и от запад към южните части на града. През нощта от север към града се придвижва слаб въздушен поток, който предизвиква появата на цикли с обратно на дневното движение на въздуха.

Вятърът през зимата е слаб и не бива да се очаква той да реши всички проблеми с въздушното замърсяване на София, но той може да се използва (или да не се използва) като „съюзник“ в борбата със замърсяването.

Вятърът пренася и замърсен въздух, т.е. разположението на големите горивни инсталации, артериите с интензивен трафик и жилищните комплекси би следвало да са съобразени със скоростта на вятъра по площта на града.



Фигура 6. Разпределение на замърсяването на въздуха с прахови частици PM_{10} през декември над София. Числените стойности на изолините са в $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

На фиг. 6 е показано разпределението на замърсяването на въздуха с прахови частици PM_{10} през декември над София по данни от наземните станции за интервала проучени години. Получените от ИАОС данни за праховото замърсяване от автоматичните станции са усреднени за денонощие. По-замърсена е юго-западната част на града, където вероятно се съчетават множество източници на замърсяващи въздуха емисии, разположени в запад-северозападните части на града с преобладаващите ветрове от северозапад.

Наземните наблюдения показват различия в произхода на праховите частици в различните части на града.

За произхода на праховите частици може да се съди по корелацията на концентрацията им с тази на другите замърсители във въздуха, отчетени от автоматичните станции. Силната корелация показва общ източник. Обработката на данните показва различия в произхода (а вероятно и във вида) на праховите частици в различните части на града.

5. Източник на информация

1. GIOVANNI (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni>)

Teaching Quantum Mechanics without Calculus

Alexander Ganchev

American University in Bulgaria, Blagoevgrad & INRNE-BAS, Sofia

Abstract: We share our experience at preparing and teaching a first course in quantum physics with minimum use of calculus. This is possible in light of the new synergy between information theory and quantum mechanics. Such a course could be the first acquaintance of physics majors with the quantum world but also be of interest to a wider student body, e.g. future computer scientists, engineers, mathematicians.

1. Introduction

After a century of quantum physics we have greatly expanded our knowledge about it but at the same time it fascinates us with challenges and mysteries. Slowly the information and computation viewpoint on quantum physics has gained significance. It is worth revisiting how we teach quantum physics at the introductory level. I will argue that it is possible to introduce the subject early on with emphasis on linear algebra rather than calculus and differential equations. The main reason is the raise in importance of quantum information and computation where one uses only finite dimensional Hilbert space.

2. Mathematics and Science at Small Liberal Arts University

I will spend a little explaining the difference between the Liberal Arts style of education, typical for the Anglo-Saxon Universities, and the Humboldtian model of higher education, traditional on the Continent and in particular in Bulgaria. In a single word Liberal Arts education is *broad* (but shallow) while the Continental tradition emphasizes *depth* (for the sake of breath). Both approaches have their merits and it is not my purpose here to compare them. The American University in Bulgaria (AUBG) is a small Liberal Arts Institution. The students at AUBG have to take twelve general education course (of these usually two can count for the major) plus several core requirements. A typical major requires a minimum of twelve courses. It is standard for a student to take five courses per semester making for forty plus course in the four academic years. The arithmetic shows that it is easy for a student to graduate with two majors and many students do this. One should also note that students have much more freedom in choosing courses and sequences of course. From these facts it is clear that the courses, even the more advanced ones, have to be designed in a way to attract students from a broader fields of interest and not just the ones specializing in the particular direction.

The AUBG is special also with its history. It was created in 1991 with a single STEM major – Computer Science. Initially the mathematics and science courses were only for general education. From 2001 a mathematics major was established. Many of the students in the mathematics major do a double major, most often mathematics and economics or mathematics and computer science. The first science major at AUBG, a physics major, started this Fall. In preparation for this major we had to increase the offerings of general education courses in physics. A key step was to introduce a general education course in quantum physics which should be part of the basic courses for the

physics major and at the same time be interesting for a larger group of students that. From the perspective of physics curriculum of years ago this is a mission impossible. Typically quantum mechanics was offered in the third year after students have taken many physics and mathematics courses (calculus, linear algebra, mathematical methods of physics). These are conditions for launching a general education course in quantum physics with very few prerequisites.

3. A Century of Quantum Physics

Let us try to make a lightning overview of the development of Quantum Theory. It started in the first two decades of the twentieth century as a collection of phenomenological results trying to explain some experimental findings contradicting classical physics (Plank, Einstein, Rutherford-Bohr). This is the early or pre-quantum years. In the 1920's the formalism of quantum mechanics was established (the matrix mechanics of Heisenberg, Born, and Jordan and the wave mechanics of de Broglie and Schrodinger) culminating in the book of von Neumann in the early 1930's. Besides the physics mentioned above one cannot omit the names of Dirac, Pauli, or Feynman as the founding fathers of quantum theory. Thus the basics of quantum physics was assumed completed by the middle of the twentieth century and this is, to a big extent, the material entering standard textbooks of quantum mechanics. The attitude that the foundations of physics have been well established and from then onwards physicists have to "shut up and compute" has been a most common one. This attitude is not uncommon even today.

Despite the shut-up-and-compute commandment there were sporadic investigations deep into the foundations of quantum theory. The first notable paper is the one of Einstein-Podolsky-Rosen [1]. A quick glance at Google Scholar shows that this paper has about 370 citations until 1980 and over 18000 after 1980! The next key results are Bell's inequalities [2] and the Bell-Kochen-Specker theorem [3] form the 1960's. The Bell inequalities provide a quantitative reformulation of EPR's non-locality thus opening the way for latter experimental tests. The Bell-Kochen-Specker results exhibit the contextuality of quantum physics. Recently contextuality has been identified as a key quantum property responsible for quantum supremacy (the speedup of quantum computations compared to classical computations). I should mention also one of the most important theorems in quantum foundations – the theorem of Gleason [4] from the 1950's. Also from the 1960's, but published much later, is the paper of Weisner [5] on "quantum money" which is probably the first result in the field of quantum information (together with [6]). The work of Feynman [7] is one of the first in the field of quantum computing. The result, which caught the attention of the scientific community and marked the exponential growth in quantum information and computing, is Shor's algorithm [8] providing an exponential speedup in factoring of integers (a result with huge practical implications). The definite source on quantum information and computing is the textbook of Nielsen and Chuang [9] with over 37000 citations!

The information viewpoint on quantum theory has had a significant impact also on the foundations. Quantum mechanics arose as a mathematical structure explaining quantum phenomena and to this day it lacks a clear and simple formulation of some "quantum principles" in contradistinction to thermodynamics or general relativity. An ongoing effort to reconstruct the quantum formalism from simple physical principles started with [10] and an example of this approach is the book [11]. Information and computer science has motivated also revisiting the formalism of quantum theory. For

example, finite dimensional quantum processes can be viewed from a category theory perspective [12]. In categorical quantum mechanics the primitive notion is that of the composition of quantum processes in time (matrix multiplication) and in space (tensoring). This change of perspective has led to emphasize such quantum properties/processes as entanglement, contextuality and decoherence in finite dimensional, composed, open systems. (The approach based on finite dimensional systems runs into the Tsirelson problem when one tries to extend it to infinite dimensional systems.)

In part motivated by thought experiments in quantum foundation and in part by the needs of quantum information, computation, and communication, experiments in which single electrons, atoms, or photons are being measured and controlled have become common. For an introductory textbook based on such experiments see [13]. To cite from the introduction of this book “the development of quantum information ... is bound to have an increased influence on teaching and learning quantum concepts”.

In one century of quantum physics its applications have changed from crude technologies, e.g., the “big boom” of the atomic bomb (in the development of which participated some of the founding fathers of quantum theory) to extremely fine technologies manipulating single particles (mainly for the needs of quantum information but not only). This has to bring a new focus on the teaching of the subject. After a first course in quantum physics students should be able to proceed with such topics as quantum information protocols (public key distribution, teleportation, dense coding), application of quantum methods in artificial intelligence and machine learning, etc.

4. Teaching Quantum Physics

The requirement for a quantum physics course that plays a dual role of basic for a physics major and at the same time being of interest to a much wider group of students were outlined in section 2 above. Such a course has to use calculus as little as possible placing the emphasis on finite dimensional Hilbert spaces and is inspired by the quantum information paradigm. At AUBG I taught such a course in 2018 and Orlin Stoytchev is teaching it this semester.

I having been exposed to some of the developments in quantum information and computation, and to the approach to quantum processes based on dagger categories advocated by Abramsky, Coecke, and others. I thus was sure one can make an introductory course on quantum physics based on linear algebra and not on calculus and differential equations. Most of my colleagues and friends were skeptical – after all the Schroedinger equations is a partial differential equation (Wikipedia says so). Thus I had to find textbooks on which to base such a course. There were many (and even more today) textbooks on quantum information and/or computation aimed more at computer scientists or engineers. There was the book [12], which despite the claims that it could be taught to children, was really aimed at mathematicians with some exposure of category theory. The excellent book [13] has too much experiments for my taste. The only text that suited my needs was the one of Schumacher and Westmoreland [14]. It has the right balance of mathematical formalism and physical phenomena with a taste of quantum information and computation. The book introduces the formalism and main quantum phenomena in the first ten chapters relying on finite dimensional systems. The introduction of continuous degrees of freedom, the free particle, and the quantum oscillator are delayed until chapters 10, 11, and 13. It is not reasonable to try to cover all the material in the book so one has to make choices. I choose to consider only continuous systems in dimension one – but both the compact (discrete spectrum) and the not com-

part (continuous spectrum) cases. Thus I did not look at angular momentum and the “holy cow” of any traditional course, the hydrogen atom, was left out. To my regret there was no time to consider quantum entropy or error correction even though they are so important to both fundamental problems such as bulk/boundary duality and applications. I spent a little time on quantum circuits and the Deutsch-Jozsa algorithm. I had nine students in the class with different background but the response of the students was excellent – I could not ask for more.

Very recently I became aware of a second book that will serve a similar purpose, namely the text of Kok [15]. It is a bit simpler and considerably shorter than [14]. The style of Kok, starting “... from simple experimentally motivated problems ... photons in interferometers, electron spins in magnetic fields, interaction of two-level atoms with light ...” and moving to modern applications, is very appealing. The two books [15,16] will nicely complement such a course. The first has a good emphasis on experiments while the second has a wider scope and covers also much of the material in traditional courses on quantum mechanics. In designing, with Orlin Stoytchev, the curriculum of the new physics major at AUBG we have included a second course in quantum mechanics which will target third year students in the major, will not be obligatory, and will include most of the traditional material of quantum courses.

For this new approach to introductory quantum physics experiments in quantum optics are very important. It is in our plans, contingent on financial backing, to supplement the physics lab with an optical table and some simple experiments with photons. The two books [18,19] and the papers [20-22] provide enough background how to proceed in this direction.

5. Conclusion

After a century of quantum theory it is time to revisit the way we teach it. The rapid growth of quantum information, computation, and communication together with the spread of other quantum technologies and the recent experiments with single particles probing into truly quantum behaviors such as entanglement, contextuality, and decoherence will have to influence how we teach quantum physics. It is reasonable to base a first quantum course on finite dimensional systems thus limiting the use of calculus and making it accessible to a wider audience and simultaneously emphasize entanglement and contextuality and connections with information theory.

6. References

- [1] A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, Can Quantum-Mechanical Descriptions of Physical Reality Be Considered Complete?, *Phys.Rev.*, Vol. 47, pp. 777-280 (1935)
- [2] J. S. Bell, On the Einstein-Podolsky-Rosen Paradox., *Physics*, Vol. 1, Issue 3, pp. 195-200. (1964)
- [3] S. Kochen, E. P. Specker, The problem of hidden variables in quantum mechanics. *J. of Math. & Mechanics*, Vol. 17, Issue 1, pp 59-87. (1967)
- [4] A. M. Gleason, Measures on the closed subspaces of a Hilbert space., *Indiana Univ. Math. J.*, Vol. 6, Issue 4, pp 885-893. (1957)
- [5] S. Weisner, Conjugate Coding., *SIGACT News*, Vol. 15, Issue 1, pp 78-88. (1983)
- [6] R. S. Ingarden, Quantum Information Theory., *Reports Math. Phys.*, Vol. 10, Issue 1, pp 43-72 (1976)
- [7] R. Feynman, Simulating physics with computers, *Int. J. Theor. Phys.*, Vol. 21, Issue

6/7, pp 467-488 (1982).

- [8] P. Shor, Algorithms for quantum computation: discrete logarithms and factoring, *Proc.35 Annual Symposium on Foundation of Computer Science*, pp 124-134 (1994).
- [9] M. Nielsen, I. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press, (2010)
- [10] L. Hardy, Quantum theory from five reasonable axioms, preprint, arXiv:quant-ph/0101012 (2001)
- [11] G. M. D'Ariano, G. Chiribella, P. Perinotti, *Quantum Theory from First Principles. An Information Approach to Quantum Theory*, Cambridge University Press, (2017)
- [12] A. Kissinger, B. Coecke, *Picturing Quantum Processes: A First Course in Quantum Theory and Diagrammatic Reasoning*, Cambridge University Press, (2017)
- [13] S. Haroche, J.-M. Raimond, *Exploring the Quantum. Atoms, Cavities, and Photons*, Oxford University Press, (2006)
- [14] B. Schumacher, M. Westmoreland, *Quantum Processes, Systems, and Information*, Cambridge University Press, (2010)
- [15] P. Kok, *A First Introduction to Quantum Physics*, Springer, (2018)
- [16] M. Beck, *Quantum Mechanics.*, Oxford University Press, (2012)
- [17] M. Le Bellac, *Quantum Physics*, Cambridge University Press, (2006)
- [18] U. Leonhardt, *Essential Quantum Optics.*, Cambridge University Press, (2010)
- [19] H. Paul, *Introduction to Quantum Optics.*, Cambridge University Press, (2004)
- [20] B. J. Pearson, D. P. Jackson, A hands-on introduction to single photons and quantum mechanics for undergraduates, *Am. J. Phys.*, Vol. 78, Issue 5, pp. 471-484 (2010)
- [21] M. N. Beck, M. Beck, Witnessing entanglement in an undergraduate laboratory, *Am. J. Phys.*, Vol. 84, Issue 2, pp. 87-94 (2015)
- [22] D. Dehlinger, M. W. Mitchell, Entangled photons, nonlocality and Bell inequalities in the undergraduate laboratory, preprint arXiv:quant-ph/0205171 (2002)

Величини, влияещи на контраста при лазерно маркиране на метали и сплави*

Николай Ангелов
Технически университет – Габрово

Абстракт: Основните величини, които влияят на контраста на лазерната маркировка на метали и сплави, са подбрани и структурирани в три основни групи. Анализирани са тяхната роля за технологичния процес. Дадени са зависимости между тези величини с аналитични и емпирични изрази, както и с връзките им с други величини, имащи отношение към лазерното маркиране.

1. Въведение

Маркирането е важен процес в съвременното производство. Изискванията на пазара и европейските стандарти не позволяват излизането на продукцията без маркировка. Тя е необходима на производителя за да се проследят всички етапи от производствения цикъл, за да контролира качеството на изделията и да се отстранят забелязаните недостатъци. За потребителя маркировката предоставя информация за определени характеристики и параметри на продукта. Маркировката може и да е част от самото изделие, например при скали на уреди, клавиатури на устройства и др.

Използват се различни методи на маркиране. Лазерният метод е съвременен и иновационен метод за маркиране на изделия. Той намира все по-широко приложение в индустрията като постепенно измества останалите методи за маркиране поради своите предимства [4 – 8]. Нарастващите изисквания на производството поражда необходимостта от непрекъснатото му усъвършенстване.

Цел на изследването е да се структурират величините, влияещи на процеса лазерно маркиране на изделия от метали и сплави, и да се анализира тяхното значение за реализиране на процеса.

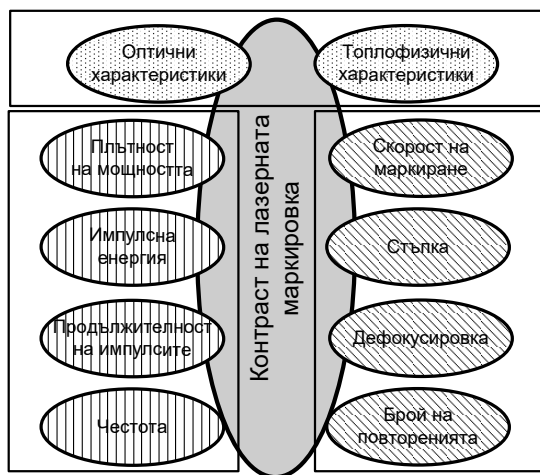
2. Изложение

Величините, които влияят на контраста при лазерно маркиране на метали и сплави, а от тук и на оптимизацията на технологичния процес, най-общо могат да се обединят в три групи (фиг. 1) [2, 5, 6], свързани с/със:

- свойствата на материала – оптични характеристики (коэффициент на отражение R , поглъщателна способност A , коэффициент на поглъщане α , дълбочина на проникване δ) и топлофизични характеристики (коэффициент на топлопроводност K , коэффициент на температуропроводност a , специфичен топлинен капацитет c , дължина на топлинна дифузия l_d);
- лазерният източник – плътност на мощността на лазерно лъчение q_s , импулсна мощност P_p , импулсна енергия E_p , честота ν , продължителност на импулсите τ ;
- технологичния процес – скорост на маркиране v , стъпка Δx , дефокусировка Δf , брой на повторенията N .

* Докладът не е представен на конференцията

Тези основни величини се намират в определени зависимости помежду си. Те са важни за разбиране на физичната същност на процеса лазерно маркиране на изделия от метали и сплави.



Фиг. 1. Основни величини, влияещи на контраста на лазерната маркировка

Свързани със свойства на материала

От значение за процеса на лазерно маркиране са оптичните и топлофизическите характеристики на материала.

- Оптически характеристики

От особено значение за процеса на лазерно маркиране са оптичните характеристики: коефициента на отражение R , абсорбционна способност A , коефициент на поглъщане α (респ. дълбочина на проникване δ). Затова тук ще разгледаме тяхната роля и взаимовръзка.

Поглъщателната способност A е оптична характеристика която е свързана с коефициента на отражение R със зависимостта

$$A = 1 - R. \quad (1)$$

Върху поглъщателната способност A и коефициента на отражение R влияят едни и същи фактори:

- състояние на обработваната повърхност;
- дължина на вълната λ на лазерното лъчение;
- плътност на мощността qs на лазерното лъчение;
- температура T на повърхността на образеца;
- ъгъл на падане и равнина на поляризация.

Друга важна оптична характеристика оказваща влияние на контраста на маркировката е коефициентът на поглъщане α . Той участва в закона на Бугер, който ни дава намаляването на интензитета на падащото лъчение в дълбочина

$$J = J_0 e^{-\alpha x}, \quad (2)$$

където J_0 е интензитета на лъчението върху обработваната повърхност, J – интензитета на лъчението на дълбочина x .

Поглъщателната способност на материала косвено влияе на контраста на маркировката. Колкото по-голяма е тя, толкова по-малка мощност (енергия) на падащото лазерно лъчение е необходима за реализиране на процеса на лазерно маркиране на изделия от метали и сплави.

- Теплофизически характеристики

От първостепенно значение за процеса на лазерно маркиране са и топлофизичните характеристики на материала: коефициент на топлопроводност k , коефициент на температуропроводност a , специфичен топлинен капацитет c , тъй като те оказват непосредствено влияние на преноса на топлина от зоната на обработка.

Коефициентът на топлопроводност k е важна физическа характеристика при изграждане на физическия модел на взаимодействието на лъчението с веществото, тъй като пряко влияе на размерите на геометрията на зоната на обработка (в случая маркировка) и свързаната с нея зона на термично влияние.

Коефициентът на топлопроводност k зависи от природата на материала, структурата му и температурата T . Експерименталните изследвания показват намаляване на коефициента на топлопроводност k с увеличаване на температурата T . Използва се линейна апроксимация [1, 3]:

$$k = k_0 + b(T - T_0), \tag{3}$$

където k_0 е стойността на коефициента на топлопроводност при температура $T_0 = 273,15$ K, b – опитно установена константа.

Коефициентът на температуропроводност a е комплексна характеристика, която свързва в определена зависимост плътност на материала ρ и топлофизичните характеристики коефициент на топлопроводност k и специфичен топлинен капацитет c

$$a = \frac{k}{c\rho}. \tag{4}$$

Зависимостта на коефициентът на температуропроводност от температурата е аналогична на тази за коефициента на топлопроводност.

Дължината на топлинната дифузия се определя с израза

$$l_d = \sqrt{at_d}, \tag{5}$$

където t_d е време на топлинна дифузия, a – коефициент на температуропроводност.

Когато дълбочината на проникване на лъчението е много по-малка от дължината на топлинна дифузия ($\delta \ll l_d$), топлинният източник в материала може да се разглежда като повърхностен. Това е характерно за метали и сплави, за които поглъщането става в много тънък повърхностен слой.

Свързани с лазерния източник

Както е известно основните режими на работа на лазерите са непрекъснат и импулсен режим. За предпочитане е лазерите за маркиране да работят в импулсен режим. При тях от съществено значение са импулсната мощност P_p , импулсната енергия E_p , продължителността τ и честота ν на импулсите. Те са свързани със средната мощност P на лазера с изразите

$$P = P_p \tau \nu \tag{6}$$

$$P = E_p \nu. \tag{7}$$

За някои лазери има връзка между лазерните параметри от конструкторско естество.

Плътноста на мощността се определя с формулата

$$q_s = \frac{P}{S},$$

където S е повърхността на работното петно.

Като се отчете, че $S = \frac{\pi d^2}{4}$ се получава

$$q_s = \frac{4P}{\pi d^2}, \quad (8)$$

където d е диаметър на работното петно.

Горната граница на мощността (следователно и на плътността на мощността) на всеки лазерен източник е предварително зададена и е необходимо да се определи оптималния диапазон на изменението на q_s за постигане на добро качество на маркировката.

За да се получи маркиране, плътността на мощността на лазерното лъчение трябва да е достатъчна за да предизвика стопяване на материала в зоната на обработка и/или частичното му изпарение. При изследванията е необходимо да се отчита и фактът, че с нарастването ѝ абсорбиционната способност на стоманите се увеличава.

Съществува връзка между плътността на мощността, температурата на изделието в зоната на въздействие и скоростта на маркиране. За температура T по-малка от температурата на топене T_m се използва зависимостта

$$q_s = \frac{k(T - T_0)}{2A} \sqrt{\frac{\pi v}{ad}}, \quad (9)$$

където T_0 е началната температура на изделието.

Ако образеца трябва да се нагрее до температура в интервала $T \in (T_m; T_v)$ необходимата плътност на мощността се дава с израза

$$q_s = \frac{k[T - T_0 + s(T_m - T_0)]}{2A} \sqrt{\frac{\pi v}{ad}}, \quad (10)$$

където $s = \frac{L_m}{c(T_m - T_0)}$ е параметър, отчитащ делът на количеството топлина,

необходима за топене на материала, T_v – температура на изпарение.

Свързани с технологичния процес

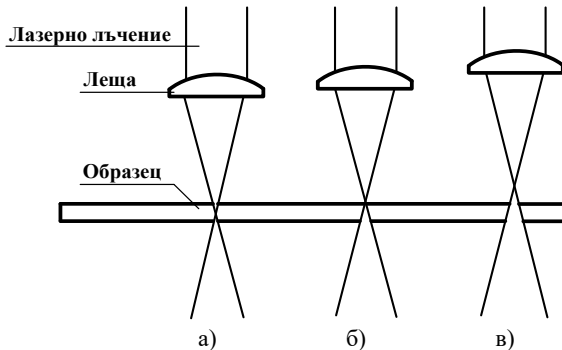
Величините, свързани с технологичния процес, които влияят на контраста на маркировката (фиг. 1) са:

- Скорост на маркиране;
- Дефокусировка;
- Стъпка;
- Брой на повторенията.

Скоростта на маркиране е един от най-важните параметри на технологичния процес. От нея зависи времето на въздействие върху образеца и енергията, която се поглъща в материала в зоната на въздействие. Тя е определяща при избор на метода на маркиране.

Изискванията за скоростта в технологичния процес на лазерно маркиране са противоречиви: от една страна скоростта трябва да е голяма, за да се намали времето за извършване на операцията, а следователно да се получи по-голяма ефективност при производството на изделието; от друга страна тя трябва да е сравнително малка, за да може да се погълне необходимото количество енергия при въздействието, за да се достигне необходимата температура и контраст на маркировката. Чрез отчитане на останалите фактори, влияещи на процеса трябва да се намери баланс между тези противоречиви изисквания и да се получат оптимални технологични параметри за постигане на лазерна маркировка с необходимия контраст.

При въздействие с лазерно лъчение са възможни три случая на фокусирането му върху образеца – вътре в образеца (фиг. 2а), на повърхността на образеца (фиг. 2б) и над образеца (фиг. 2в). В първия случай се работи във фокус, а в останалите два случая в режим на дефокусировка Δf . Когато фокусът е над повърхността на образеца, дефокусировката заема положителни стойности, а когато той е под повърхността на образеца – отрицателни стойности.



Фиг. 2. Разположение на фокуса спрямо повърхността на образеца: а) вътре в образеца ($\Delta f < 0$); б) на повърхността на образеца ($\Delta f = 0$); в) над образеца ($\Delta f > 0$)

Когато е изпълнено условието $\Delta f < z_R$ (z_R е разстоянието на Рейли), диаметърът на работното петно почти не се изменя, а следователно плътността на мощността на лазерното лъчение много малко намалява в сравнение с тази във фокус.

При $\Delta f > z_R$ с увеличаване на дефокусировката Δf нараства и диаметърът d на работното петно като зависимостта е линейна. Плътността на мощността q_s на лазерното лъчение е обратно пропорционална на диаметъра d на работното петно на втора степен. От това следва, че плътността на мощността q_s много бързо намалява с увеличаване на дефокусировката Δf . Това води до излизане от технологичния режим на маркиране и невъзможност да се получи маркировка с изискуемия контраст.

3. Заключение

За реализиране на технологичния процес лазерно маркиране на изделия от метали и сплави и получаване на маркировка с добро качество трябва да се има предвид влиянието на тези основни величини. Трябва да се отчете тежестта на всяка от тях като това изключително много ще помогне за оптимизиране на процеса. За всеки конкретен случай на лазерно маркиране (материал, вид лазер, технологична система, метод на маркиране, способ на маркиране) трябва да се извършат експериментални изследвания за определянето на работните интервали на технологичните параметри.

4. Литература

- [1] Григорянц А., И. Шиганов, А. Мисюров, Технологические процессы лазерной обработки, изд. МГТУ им. Н. Баумана, Москва. (2006)
- [2] Ангелов, Н., Оптимизация на процеса маркиране с лазерно лъчение на образци от инструментална стомана, дисертационен труд за придобиване на степен ДОКТОР, ТУ – Габрово. (2011)
- [3] Динев С., Лазерите в съвременните технологии, изд. Алфа. (1993)
- [4] Вейко В., А. Петров, Введение в лазерные технологии, ГУ ИТМО, Санкт Петербург. (2009)
- [5] Sobotova, L., P. Demec, Laser Marking of Metal Materials, MM Science Journal, pp. 808 – 812. (2015)
- [6] Roy, A., N. Kumar, S. Das, A. Bandyopadhyay, Optimization of Pulsed Nd:YVO4 Laser Marking of AISI 304 Stainless Steel Using Response Surface Methodology, Materials Today: Proceedings, Volume 5, Issue 2, Part 1, pp 5244-5253. (2018)
- [7] Li, C., G. S. Zhang, G. Z. Zang et al., Investigation on correction technology in laser marking on the fly, Journal of Optoelectronics Laser, 17(11), pp. 1381-1383. (2006)
- [8] Dolchinkov, N., Shterev Y., Lilianova St., Boganova D., Peneva M., Linkov L., Nedialkov D., Examining the Possibility of Marking and Engraving of Textiel using CO2 Laser, International Journal for Science Machines, Technologies, Materials, ISSN 1313-0226, 4/2018, pp. 491-493 (2018)

**Термоядрения синтез в Слънцето, нагряването на
слънчевата корона и слънчево – земните взаимодействия
като теми за изследователска работа за дипломанти и
докторанти**

*Мирослав Костов, Пенка Стоева, Алексей Стоев
Институт за космически изследвания и технологии при БАН, Филиал Стара
Загора*

Абстракт: Една от най-важните теми в съвременната космическа физика е свързана с нашата най-близка звезда – Слънцето. Преди всичко, тя е свързана с физиката на Слънцето (структура, химически състав, термоядрения синтез като основен източник на енергия, строеж и динамика на неговата атмосфера, разширяване на короната, слънчев вятър, еволюция на Слънцето). Голям интерес представляват и свръхенергетичните явления в слънчевата атмосфера: петна, избухвания, влакна, протуберанси, коронални изхвърляния на маса и потоци силно ускорени частици, т. н. слънчева активност. Геофизичните следствия от тези явления са свързани с магнитни бури, полярни сияния, йоносферни смущения, които по същество са проблеми на т.н. слънчево-земни взаимодействия. Днес, заедно с натрупването на конкретни данни за слънчевите петна, полярните сияния, коронални структури и др. се прави опит за обяснения на физическата същност на протичащите в съответните среди явления.

В доклада е показана една възможност, няколко от тези важни проблема да станат тема за изследователска работа на дипломанти или докторанти, обучавани в Института за космически изследвания и технологии при БАН. Особен интерес представлява текущия 24 слънчев цикъл, който от 2016 г. формално е влязъл във фаза на минимум. По този начин, максималната фаза е просъществувала в периода от август 2013 г. до ноември 2014 г. и стана най-кратката по продължителност (16 месеца!). Текущия слънчев цикъл се развиваше с редица особености, като: Кривата на нарастване имаше рекордна продължителност (54 месеца); Средната максимална стойност на магнитното поле в сянката на слънчевите петна силно се понижи; Активността на слънчевите избухвания спадна до най-ниското ниво за цялата история.

Това позволи да се насочат новопостъпили докторанти в ИКИТ – БАН към изследване на тези интересни и важни явления и процеси на слънчевата активност, като техните проучвания станаха теми за техните докторски тези и изследвания.

1. Въведение

Отчитането на съвременните тенденции в образованието предполага развитието на човешкия потенциал на академичната наука, което не може да бъде реализирано без участието на млади специалисти в този процес. Включването им в научната дейност на академичните институти осигурява не само възможност за естествена еволюция на научната дейност по направления и традиции. Също така, това позволява да се използва нова интелектуална сила в научните и приложни изследвания.

Участието на младите хора в научната дейност изисква създаването на благоприятни условия за младите учени, докторанти и студенти да извършват научни изследвания. В резултат на това се очаква да се повиши ефективността на обучението на научно-педагогическия и научен персонал на академичните институти, важна характеристика на които е не само овладяването им на вече утвърдени научни и методически концепции, подходи и методи, но и участието в съвременни фундаментални научни изследвания, способността да се завърши декларираната научна работа с формулирането на възможни приложени резултати.

Във връзка с гореизложеното опитът за създаване на стабилна изследователска група по проблемите на физиката на слънчевата корона и слънчево-земните взаимодействия, която действа във Филиала на Института за космически изследвания и технологии при БАН в Стара Загора, датира от 1990 г. като „Група за изучаване на слънчевата корона и физика на слънчево-земните взаимодействия“, може да се окаже полезен.

Основната научна цел на предприетите изследвания е да се установят връзките между активните процеси във фотосферата и короната на Слънцето, мащабните събития в слънчевия вятър поради слънчевата активност и геомагнитосферната активност. Решените проблеми се разбират като създаване на методи за диагностициране на влиянието на термоядрени процеси в Слънцето върху коронални структури, космическото време, геомагнитни и атмосферни смущения и създаване на стандарти за описание на тези наблюдения като част от изследването на слънчево-земните връзки с помощта на цифрово моделиране.

Образователната цел на научната група е да подготви висококвалифициран научен персонал, използвайки работата на специалистите върху изследователски материал за изучаване на процеси в слънчевата корона и слънчево-земни взаимодействия.

Основните образователни задачи са: организация на научно-изследователската работа на докторанти и студенти, получаващи образование в областта на космическата физика; изпълнение на всички необходими условия за висококвалифицирано обучение на младите учени; научна и методическа подкрепа за разработването на нови курсове за обучение, които отговарят на съвременните учебни програми. Така решаването на образователните проблеми е пряко продължение на решението на научните проблеми в научната група. Опитът от дългосрочната работа на членовете на групата показва, че използвайки избрани научни изследвания като пример, стана възможно да се създаде общ научен и образователен модел за развитие на научния потенциал във Филиала на ИКИТ-БАН в областта на космическата физика.

Актуалност и съдържание на проведените научни изследвания в научната група: динамичните промени в слънчевата корона и междупланетната среда, които могат да засегнат материалните обвивки на Земята са едни от основните направления на националните и международни програми по космическа физика. Ето защо развитието на това научно направление е успешна платформа за подготовка на висококвалифициран научен и изследователски състав за ИКИТ-БАН. Научното и приложното значение на изследователския процес се дължи на необходимостта от прогнозиране на състоянието на околоземната среда по време на различни слънчеви цикли с цел намаляване на отрицателното въздействие на космическото време върху естествените и изкуствени системи на Земята.

Формулираните научните проблеми, които трябва да бъдат решени от

докторантите и студентите са свързани с проучване състоянието на коронални структури с космически слънчеви телескопи и наблюдения по време на пълни слънчеви затъмнения; установяване на източниците на геоэффективни смущения в слънчевия вятър, взаимодействието му със слънчевите и галактични космически лъчи. Общоприето е, че тези смущения се дължат на различните прояви на слънчева активност и са свързани с мащабни потоци слънчева плазма. Изпълнението на научните изследвания по тази тема стана възможно благодарение на дългосрочните записи на мащабни смущения в параметрите на слънчевата корона и междупланетната среда и магнитно поле от космически кораби и едновременните наземни наблюдения. В резултат на това се генерира достатъчно статистически материал, въз основа на който да се направят хипотези за енергетиката и структурата на короната, слънчевия вятър и връзката му с полета и течения в магнитосферата и атмосферата на Земята.

2. Тематика на докторантски курс „Физика на Слънцето и слънчево-земните взаимодействия“

Основния курс предоставя обща и специална информация за физиката на Слънцето, слънчевата активност, структурата и свойствата на междупланетното пространство, за електромагнитните и радиационните условия в околното космическо пространство. Отделено е внимание на генерирането на корпускулярното излъчване на Слънцето, включително ускоряването на слънчевите частици и превръщането им в слънчеви космически лъчи. Изяснен е проблемът с ефекта на слънчевата активност върху магнитосферата, йоносферата и неутралната атмосфера на Земята. Заедно с феноменологичното описание на хелиогеофизичните явления са дадени методи за тяхното наблюдение, анализ, физическа интерпретация, моделиране и прогнозиране. Отбелязани са важни астрофизични последици, произтичащи от данните за физиката на Слънцето и слънчево-земната физика. В курса се представят основните и приложни аспекти на проблема със слънчево-земните връзки, включително въздействието върху биосферата на Земята, перспективите за астронавтиката, тяхната светогледна роля.

Слънчевият поток, чиято стойност определя слънчевата активност, се състои от няколко компонента:

- електромагнитно излъчване (главно видима светлина с малко добавяне на инфрачервено и радио излъчване), което носи основната част от енергията и не се променя много във времето;

- спорадично ултравиолетово и рентгеново излъчване, както и енергийната част от слънчевата радиация, варираща в широк диапазон – стотици и хиляди пъти и се появява само за кратко време по време на смущения (например в слънчеви избухвания);

- поток от заредени частици с енергия от стотици keV до стотици MeV (слънчеви космически лъчи), който също възниква само епизодично по време на много силни слънчеви избухвания;

- слънчевият вятър – силно променящ се (няколко десетки пъти) плазмен поток, състоящ се от йони и електрони в еднаква концентрация.

Добра илюстрация на темата е забавянето на изкуствените космически обекти във високата атмосфера и йоносферата. Орбитите им изпитват сложен набор от вариации, свързани главно със слънчева и геомагнитна активност. Най-важните от тях са вариациите, дължащи се на 11- и 22-годишния цикъл на слън-

чевата активност. Плътноста на плазмата и неутралния газ на височина от няколкостотин километра през периоди на максимална слънчева активност нараства десетократно в сравнение с минималната. Освен това забележимите изменения могат да са полугодишни (минимум през януари, максимум през юли), ежедневни, геомагнитни (свързани с геомагнитни бури) и други. Докторантския курс „Физика на Слънцето и слънчево-земните взаимодействия“ включва следните теми, предвидени да се изучават в рамките на един семестър (4 месеца, 16 седмици, 48 лекции):

1. Въведение
2. Основни физически характеристики и еволюция на Слънцето
3. Физика на слънчевата активност
4. Структура и динамика на междупланетната среда
5. Ускорителни процеси за частиците във вътрешните слънчеви структури
6. Ускорителни процеси за частици в атмосферата на Слънцето
7. Пренос на частици в хелиосферата
8. Високоенергетични слънчеви частици в геосферата. Взаимодействие с галактичните космически лъчи
9. Йерархия на слънчево-земните взаимодействия
10. Влияние на Слънцето и слънчевата активност върху атмосферата на Земята
11. Мониторинг (наземен и космически) на слънчево-земните взаимодействия
12. Перспективни изследвания в областта на слънчево-земната физика

В тематиката свързана с космическата физика едно от най-важните места заема физиката на Слънцето. На първо място интереса е към основните характеристики на Слънцето като звезда (структура, химичен състав, източник на енергия, структура и динамика на неговата атмосфера, разширяване на короната и слънчевия вятър). Освен това, голям интерес представляват редица енергийни явления в слънчевата атмосфера: петна, избухвания, ярки влакна, протуберанси, коронални изхвърляния на маса и потоци ускорени частици. Геофизичните последици от тези явления (магнитни бури, полярни сияния, йоносферни смущения и др.) са същността на проблема за слънчево-земните връзки или т. н. проблем „Слънце-Земя“. Заедно с механизмите на тяхното влияние върху Земята, тези явления представляват обект на изучаване на слънчево-земната физика.

Слънчевите смущения са придружени от мощно освобождаване на енергия, предимно под формата на кинетични плазмени движения (ударни вълни, коронални масови избухвания), както и под формата на мощни потоци от електромагнитно излъчване, слънчев вятър и ускорени частици, на фона на смутено междупланетно магнитно поле. Всеки от тези фактори има различен ефект върху околоземното пространство (магнитосфера, йоносфера и неутрална атмосфера). Тяхната геоефективност зависи не само от влиянието на енергията (т.е. от нейния общ поток), но и от скоростта на нейното движение в близост до Земята. С други думи, почти от самото начало в слънчево-земната физика възниква необходимостта да се отчита не само енергията на смущения, но и особеностите на влиянието на различни фактори във веригата „Слънце – междупланетна среда – Земя“ върху възникването и развитието на геофизичните процеси. При това „малките смущения“ отвън (т. н. тригерни механизми) могат да играят голяма роля.

От друга страна, в космическите изследвания като цяло имаме работа с четири групи основни физически фактори – полета, частици, вълни в плазма и

електромагнитно излъчване с различни честоти. Тези фактори са както обекти на изследване, така и носители на информация за изучаваните явления. Нека накратко да покажем това на примера на слънчевите космически лъчи (СКЛ). Учасвайки в различни процеси в пространството между Слънцето и Земята, енергийните слънчеви частици дават значителен информационен принос във всичките четири направления на изследване. По-специално, СКЛ позволяват да се изследват величината, структурата и динамиката на магнитните полета в слънчевата атмосфера и междупланетното пространство. Много резултати от изучаването на СКЛ (състав, заряд, максимална енергия и спектър на ускорените частици) могат да бъдат много полезни за теорията за ускоряване на частиците и астрофизиката на космически лъчи. Последните постижения в изучаване на ускорението на частиците от коронални и междупланетни ударни вълни представляват голям интерес за физиката на плазмата в астрофизични обекти от различни мащаби – от границата на хелиосферата до обвивките на свръхновите.

Така, физиката на Слънцето и слънчево-земните взаимодействия ни проправят плодотворен път към „голямата астрофизика“. Историческите корени на инструменталните наблюдения на Слънцето, слънчевата активност, произхода и формирането на слънчево-земната физика се крият в миналото. Например, първото (и много мощно) слънчево избухване е регистрирано на 15 септември 1859 г. На следващия ден на Земята се наблюдават полярни сияния и над двете полукълба (в частност, дори по географските ширини на Рим, Хавана и Хавайските острови). В Европа и САЩ на 2 септември телеграфната комуникация била прекъсната на моменти, което е типична проява на геомагнитна буря. Много подобни събития се случват през 20-ти и 21-ви век (например през август 1972 г., през март, септември и октомври 1989 г., през март 1991 г., през юли 2000 г., през октомври-ноември 2003 г., през януари 2005 г.).

3. Данни от наблюденията и основни направления на изследване

Наред с натрупването на данни за слънчеви петна, полярни сияния и други явления са били направени опити да се обясни физическата същност на процесите които ги пораждат. И така, още в началото на 19 и 20 век, са първите хипотези за естеството на полярните сияния и теоретичната основа за описание на захванатото лъчение в магнитосферата на Земята (т. н. теория на радиационните пояси). В периода 1910-1940 г. са били разработени много аспекти от физиката на Слънцето (състав и вътрешна структура, източници на енергия, характер на излъчването на атмосферата му и др.). Въпреки това са били необходими няколко десетилетия, за да се формулират основните понятия на слънчево – земната физика и да се създаде глобална наблюдателна база за изучаване на проблема с взаимодействията „Слънце-Земя“. Върхът на тези научни усилия била Международната геофизическа година (1957-1958 г.).

С началото на „космическата ера“ (4 октомври 1957 г.) и пилотираните космически полети (12 април 1961 г.) настъпва радикална промяна в слънчево-земната физика. През следващите три десетилетия по същество се формира нова концепция за „космическото време“, която се основава на най-новите открития в слънчево – земната физика (в частност, директни наблюдения на слънчевия вятър, междупланетното магнитно поле, короналните емисии). Благодарение на космическите кораби (КК) станали възможни такива области на хелиофизиката

като слънчева гама-астрономия, хелиосейсмология и пр. Понятията „коронална дупка“, „слънчева буря“, „геомагнитна буря“, „радиационна буря“, „магнитосферна опашка“ и много други са широко използвани в научната употреба. Възникна и понятието „хелиосфера“ като специална кухня в космическото пространство, образувана от слънчевия вятър по време на взаимодействието му с междувъздушната среда.

Към днешна дата слънчевата физика включва няколко важни теоретични, наблюдателни и приложни аспекта, сред които на първо място трябва да посочим генерирането на слънчеви избухвания и коронални масови избухвания, ускоренето на заредени частици, транспортирането им в междупланетна среда, взаимодействието на слънчевия вятър с магнитосферата на Земята. Следват наблюдения и интерпретация на различни геофизични ефекти от слънчевата активност. Важно място заемат въпросите за прогнозиране на феномените на слънчевата активност, геомагнитни и йоносферни смущения и потоци от високоенергийни слънчеви частици. Особен интерес представляват най-мощните смущения на електромагнитните условия на самото Слънце (така наречените слънчеви екстремни събития).

Подобни събития като правило са придружени от силни промени в радиационните условия в междупланетната (вкл. до орбитите на Марс и Юпитер) среда и различни смущения в околземното космическо пространство и всички земни обвивки, които съставляват външната геосфера (т.е. магнитосфера, йоносфера, озоносфера, стратосфера и тропосфера). С други думи, в отговор на мощна слънчева буря, тя се простира от границата на геосферата до повърхността на Земята. Освен това, слънчевите екстремални събития влияят също и върху хидросферата и литосферата. Тропосферата, хидросферата и литосферата от своя страна са естественото местообитание на наземната биосфера, така че влиянието на хелиофизичните смущения върху биосферата не само се очаква, но и се открива *in situ*.

През последните десетилетия се засилва изучаването на проблемът на слънчево – тропосферните и слънчево-климатичните взаимодействия. За решаването на този проблем, очевидно, както в никоя друга област на хелиофизика, е важно да се вземат предвид взаимодействията между слънчевите влияния и чисто земните процеси и фактори. Именно тук особено силен е ефектът на нелинейният характер на такива взаимодействия и като последица – двусмисленият характер на ефектите, т.е. видима нестабилност на връзките. От особен интерес в тази насока е т. н. „хелиобиология“. Тази област на изследване измина дълъг и труден път – от чисто спекулативни догадки и статистически резултати, потвърждаващи влиянието на слънчевата активност върху биосферата на Земята, до провеждането на сериозни и обективни физически експерименти.

4. Литература

[1] H. Bradt., *Astrophysics Processes*, Cambridge Univ. Press, NY, 2008.

ДОКЛАДИ

СРЕДНО ОБРАЗОВАНИЕ

Обучението по специалностите „Ядрена енергетика“ и „Управление на радиоактивни отпадъци“ в ПГЯЕ „И. В. Курчатов“ гр. Козлодуй

инж. Надежда Ранделова

Професионална гимназия по ядрена енергетика „Игор В. Курчатов“, Козлодуй

Абстракт: Професионална гимназия по ядрена енергетика „Игор Василиевич Курчатов“ гр. Козлодуй е създадена за нуждите на ядрената енергетика в България. Основната цел е подготовка на кадри за работа в Първата атомна електроцентрала. Учебното заведение е специално и различно с това, че е първото и единствено професионално училище в България, в което се изучават специалностите „Ядрена енергетика“ и „Управление на радиоактивни отпадъци“. За нас е важно да сме гъвкави и адаптивни при използване на иновациите, чрез които учениците да се мотивират за учене, усвояване и прилагане на знанията си, подобряване социализацията и контактите си с връстници от цял свят, да направят послание към бъдещото ядрено поколение да сподели и последва нашите дейности. Като последовател, съмишленик и автор на тази идея, поемам личната отговорност за самоизява и развитие на средношколците с цел постигане на високи резултати и привличането им в ядрената индустрия. В доклад ще представя професионалната си работа с учениците, реални факти и видими резултати от обучението в Професионалната гимназия. За постигане на високо качество на обучение, училището поддържа партньорски отношения и добри практики между работодател, университетите, научни и инженерингови организации с ядрени специалисти от ядрената общност – провеждане на стажове, практики и дуално обучение. Образованието в областта на ядрената наука и технологии се нуждае от стабилност и подкрепа, ПГЯЕ в сътрудничество с:

АЕЦ „Козлодуй“ ЕАД

Държавно предприятие „Радиоактивни отпадъци“

„АЕЦ Козлодуй – Нови мощности“ ЕАД

Българско ядрено дружество

Сдружение „Жените в ядрената индустрия – България“

Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Технически университет – София

Министерство на образованието и науката

Образователната група към CERN

Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика – БАН.

От съвместното изучаване на специалности „Ядрена енергетика“ и „Управление на РАО“, сме убедени, че само с беземисионно производство на електроенергия от АЕЦ и безопасно управление на радиоактивни отпадъци, можем да спасим бъдещето на нашата планета.

1. Професионалната гимназия по ядрена енергетика „Игор Василиевич Курчатов“ – емблема за град Козлодуй.

Професионална гимназия по ядрена енергетика „Игор Василиевич Курчатов“ е създадена през 1974 г. за нуждите на ядрената енергетика в България.

Основната цел е подготовка на кадри за работа в Първата атомна електроцентра-ла и предстоящо развитие на енергетиката в България. Учебното заведение е специално и различно с това, че е първото и единствено професионално училище в България, в което се изучават специалностите „Ядрена енергетика“ и „Управление на радиоактивни отпадъци“. ПГЯЕ запазва своя облик и традиции като образователна институция да осигури качествено образование и да усъвършенства индивидуалните умения и способности на учениците си. Подготовката в Професионалната гимназия дава възможност на бъдещите специалисти за кариерно развитие и продължаване на образованието във висши учебни заведения с техническа насоченост.

2. Реални факти и видими резултати от обучението в ПГЯЕ

Целта на този доклад е привличането на все повече млади хора в ядрената индустрия за постигане на високи резултати с отговорността и желанието за професионална изява и развитие. Като методи за постигане на високо качество на обучението по ядрената енергетика, този доклад ще ми даде възможността, макар и трудно в днешно време да се направи послание към бъдещото ядрено поколение да споделят и последват нашите дейности. В доклада ще представя реални факти и видими резултати от обучението и училищния живот в ПГЯЕ, в който отразявам част от професионалната си работа с младите хора.

3. Прогресът на ПГЯЕ – цел за привличането на повече млади хора в ядрената индустрия.

От създаването му до сега училището се стреми да подготви учениците си като добри специалисти, стремящи се към постоянно професионално развитие и усъвършенстване. Отговорността на професите, по които се обучават ученици в училището, актуални както в миналото, така и днес, е огромна. Акцент върху образованието в нашето учебно заведение обхваща не само учениците, но и преподавателският състав. При днешния непрекъснато променящ се живот ние, като учители, сме длъжни да съобразяваме и обновяване уменията си със съвременните тенденции.

4. Поддържане на партньорски отношения между училище, работодател, университети, научни и инженерингови организации.

Училището винаги е работило в сътрудничество и с представителите на бизнеса в град Козлодуй. Неопенима е помощта и сътрудничеството, които получаваме от: АЕЦ „Козлодуй“ ЕАД; Държавно предприятие „Радиоактивни отпадъци“; „АЕЦ Козлодуй – Нови мощности“ ЕАД; Българско ядрено дружество; Сдружение „Жените в ядрената индустрия – България“; Софийски университет „Св. Климент Охридски“; Технически университет – София; Министерство на образованието и науката; Образователната група към CERN; Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика – БАН; Национална браншова организация индустриален клъстер „Електромобили“.

5. Министерство на образованието и науката в подкрепа на ядреното образование

На 24 септември 2019 визита на Министъра на образованието и науката в ПГЯЕ „Игор Курчатев“ гр. Козлодуй, който разгледа макети, представящи рабо-

тата на ученици в областта на ядрените технологии. Обсъждане бъдещи възможности за партньорство между ПГЯЕ „Игор Курчатов“ с АЕЦ „Козлодуй“ за провеждане на дуално обучение и ДП РАО за специалност – „Управление на РАО“, която ще подготвя кадри за предприятието.

6. Дуално обучение по специалност „Ядрена енергетика“ в ПГЯЕ „Игор Курчатов“

АЕЦ „Козлодуй“ и Министерство на енергетиката в подкрепа на обучението насочват усилията си към кадрите в средното и висшето образование. В областта на средното професионално образование стартира процедура за дуално обучение по специалност „Ядрена енергетика“. Възможност за продължаване на обучението по ядрени технологии в Технически университет – София и Софийски университет „Св. Климент Охридски“.

7. Групови практики и посещения на ученици от ПГЯЕ в АЕЦ „Козлодуй“ и ДП РАО.

От създаването си ПГЯЕ „Игор Курчатов“ в сътрудничество с АЕЦ „Козлодуй“ и ДП РАО в провеждането на изнесена производствена практика, едновременни посещения и предоставяне на стипендии на ученици. Теоретично и практическо обучение в учебно-тренировъчен център и по работни места в подразделенията на централата. Възможност за провеждане на учебни часове с цел засилване на интереса на учениците;

8. Съвместни виртуални и смесени учебни дейности с училища, университети и изследователски центрове

За втора поредна година училището е избрано сред други училища в България да участва в провеждането на INTERNATIONAL MASTERCLASS CERN съвместно с ЦЕРН, Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, ИЯИЯЕ към БАН, НАОП „Николай Коперник“, ПУ „Паисий Хилендарски“.

Цел – учениците да могат за един ден активно да преживеят как и какво изследват физиците по експеримента CMS, както и ядрените технологии в ЦЕРН. Бяха обсъдени резултатите на видеоконференция с учени от ЦЕРН, с ученици от Аахен, Тбилиси, Рим и Загреб – като истинска научна колаборация.

9. Прилагане на STEM обучение в професионалната гимназия

В подкрепа на обучението по ядрена енергетика, ПГЯЕ приема предизвикателствата на бурното развитие на техниката и технологиите с прилагане на съвременни STEM практики. За нас е важно да сме гъвкави и адаптивни при използване на иновациите и STEM обучението в специалност „Ядрена енергетика“ и „Управление на РАО“, чрез които ще се мотивират учениците за учене, усвояване и прилагане на знанията си, както и да подобряват социализацията си и контактите с връстници от цял свят. STEM в дуално обучение по „Ядрена енергетика“ в ПГЯЕ симулира реална работна среда в партньорски компании, индивидуална работа и работа в екипи. Съвместно провеждане на часове от учебния ден, извънкласни дейности, както и дейности в партньорство с външни организации. Пример и показател за прилагане на STEM в подкрепа обучението по ядрени технологии е отличieto, което получих за област Враца наградата STEM AMBASSADOR – учителят, който насърчава учениците да се интересуват и лю-

бопитстват в областта на STEM. Проектите в ПГЯЕ са разработени чрез STEM, свързани с обучението по ядрени технологии, в които ние участваме и придобиваме умения, които осигуряват стабилна основа за успех, както в училище, така и в реалния живот.

10. Разработване на проект на Държавен образователен стандарт за специалност в ПГЯЕ „Управление на РАО“.

Бях поканена да участвам в работна група с членове, утвърдени от Управителния съвет към Национална агенция за професионално образование и обучение, за разработване на проект на Държавен образователен стандарт за придобиване на професионална квалификация по професия „Техник на енергийни съоръжения и инсталации“ с включена нова специалност „Управление на радиоактивни отпадъци“ – трета степен на професионална квалификация. След успешното представяне и защита на проекта, Професионалната гимназия обяви прием за новосъздадената паралелка, на която съм класен ръководител. Специалността отговоря на нарастващата нужда от квалифицирани кадри в отрасъла от ядрената енергетика, който се занимава с управлението на радиоактивни отпадъци. На територията на град Козлодуй се намира Държавно предприятие „Радиоактивни отпадъци“, където реално се извършват дейностите по управление на РАО. Изгражда се и Националното хранилище за ниско- и средноактивни РАО, което предстои да влезе в експлоатация дори малко по-рано от завършването на първия випуск.

11. Програма на ДПРАО за взаимодействие с новооткритата паралелка в ПГЯЕ през учебната 2019/2020 година.

През целия цикъл на обучение паралелката ще бъде подкрепена с инициативи и събития от националния оператор по управление на радиоактивни отпадъци. Дейностите се планират с цел мотивация на бъдещите кадри за ДП РАО и преподавателите за високо качество на учебния процес, тяхната подготовка и реализация в областта на ядрените технологии и желание и заинтересованост да помагат на обучаемите в училище. ДП РАО споделят колко важно значение има тяхната подготовка и реализация в областта на енергетиката за бъдеще и показват желание и заинтересованост да помагат на младите хора от училището.

12. Посещението в ДПРАО – „Своеобразен урок“

На 30 януари 2020 г. ученици от паралелка „Управление на РАО“ на ПГЯЕ „Игор Курчатов“ в СИП „Радиоактивни отпадъци – Козлодуй“. Лекция на тема: „Технология и оборудване за управление на РАО от ядрени съоръжения“. Групата разгледа площадката на съоръженията за управление РАО. Учениците бяха впечатлени от възможността да видят кубовете с кондиционирани РАО в склада за временно съхранение. Урокът провокира мотивация и разбиране защо високият успех в образованието е необходим, за да станат бъдещи специалисти в Държавно предприятие „Радиоактивни отпадъци – Козлодуй“.

13. Партньорство и добри практики с ядрени специалисти от ядрената общност

14.03.2019 г. Ученическа конференция „Ядрената енергия за чиста природа“ WIN България – Популяризиране на ядрените технологии сред учащите, че

атомната енергетика е безопасна, надеждна, сигурна и екологично чиста. Подпомагане бъдещото кариерно развитие на учениците в областта на ядрената енергетиката. 14.05.2019 г. в ПГЯЕ дискуссионна среща на представители на БЯД и РадиоекOLOGичен мониторинг към АЕЦ „Козлодуй“ ЕАД със средношколци от града – обсъждане на въпроси свързани с радиация, радиоекология и радиационна защита на населението и какво знаят учениците за това.

14. Професионалната гимназия по ядрена енергетика „Игор Курчатов“ със сертификат за членство в Национална браншова организация индустриален клъстер „Електромобили“

На 4 декември 2019 г. на ПГЯЕ „Игор Курчатов“, гр. Козлодуй, беше връчен сертификат за членство в ИКЕМ. Гимназията става част от образователния модел „СЕМ“ (секторен съвет за електрическа мобилност) – първият в България действащ модел за образование и професионално обучение по електрическа мобилност и връзка с бизнеса. Ученици от ПГЯЕ „Игор Курчатов“ в Козлодуй сред победителите в първия национален конкурс за есе на тема: „Моето бъдеще – иновации, електромобилност и ядрената енергетика“.

„Ядрената енергетика – в симбиоза с електрическата мобилност“ – Популяризиране сред младите хора на съвременните технологии на ядрената енергетика за устойчиво развитие на зарядните мрежи за електрическа мобилност и справяне с екологичните предизвикателства в съвременните общества. Деветокласници с първо и трето място в Националния конкурс.

15. Изобретателски маратон Физически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Отбор от ученици от ПГЯЕ „Игор Курчатов“ с 2 участия в изобретателски маратон, подкрепен от Изпълнителен директор на „АЕЦ КОЗЛОДУЙ – НОВИ МОЩНОСТИ“ – ЕАД. Технологично състезание за разработване на софтуерни проекти, свързани с ядрените технологии. Екипът на ПГЯЕ с две изобретения Станция за измерване чистотата на въздуха – за защита на околната среда и ROBOT – HANDLE – за защита на работниците в силно замърсени райони.

16. Обмен на добри практики с партньори в образователен проект по програма ЕРАЗЪМ+

Професионалното образование и обучение в гимназията се осъществява и извън пределите на страната. Провеждане на практика на ученици от ПГЯЕ в Lycee Polyvalent „Charles Tellier“ Condé-sur-Noireau, Франция. Посещение на ученици от ПГЯЕ в АЕЦ „Flamanville“. Тази практика помогна на нашите ученици да придобият частица от европейския опит и повишиха професионалните си знания и ги мотивираха за бъдеща реализация. Нашето училище, заедно с ученици от Италия, Румъния, Литва, Турция по проект Math-GAMES, посетиха съоръженията на АЕЦ „Козлодуй“, за да се запознаят с безопасната и надеждна работа на ядрените мощности, осигуряващи стабилни енергийни доставки при нулеви въглеродни емисии.

17. Ученици от ПГЯЕ с участие в международно ученическо състезание на Международната агенция за атомна енергетика

През 2018 г. и 2020 г. проект на ПГЯЕ „Ядрено бъдеще за чиста планета“

избран за реализиране сред 200 други отбора от 30 страни. Директор на департамента за ядрена енергетика към МААЕ споделя в писмо до ПГЯЕ своето възхищение от иновативността; признателност към учениците за положените усилия; повишена осведоменост при използването на атомната енергия и технологии за мирни цели.

18. Начини за разпространение и популяризиране на обучението по ядрена енергетика в ПГЯЕ

Дейностите по проекта за подкрепа на обучението в ПГЯЕ са средство да се даде публичност на работата, извършена от учениците с връстници от цял свят: уебсайт на училището <http://pgqe.weebly.com/>; социални мрежи; информационни срещи, онлайн семинари, курсове за обучение, конференции, демонстрации; печатни материали – доклади, статии в специализирани издания, информационни бюлетини, съобщения за пресата, листовки или брошури; Отворени врати в ПГЯЕ; Панорама на образованието;

От съвместното изучаване на специалности „Ядрена енергетика“ и „Управление на радиоактивни отпадъци“, сме убедени, че само с беземисионно производство на електроенергия от АЕЦ и безопасно управление на радиоактивни отпадъци, можем да спасим бъдещето на нашата планета.

Един вариант за организация на часовете от раздел „От атома до Космоса“, дял „Атомно ядро“ в професионалните гимназии

Димитрина Манолова

Професионална гимназия по земеделие „Христо Ботев“, град Ямбол

След въвеждане на новата учебна програма по физика и астрономия в 10 клас общообразователна подготовка, часовете по предмета се увеличиха от 1 на 2 часа седмично. Това е много добро разпределяне, предвид психо-физическите характеристики на учениците в тази възраст (по-добра концентрация, формирани познавателни умения, емоционална зрялост). Учениците разбират по-лесно учебното съдържание, имат и натрупани знания и умения по предмета, притежават мотивация за изучаване на физика. Едногодишният опит на автора от преподаването на раздел „От атома до Космоса“, дял „Атомно ядро“, позволи да формулира следните трудности:

1. Обединението на голям брой теми в ограничен брой часове, забелязано във всички предложени от издателствата учебници, води до значително информационно насищане, което понижава мотивацията за учене. [3], [5], [6], [7] Това е силно забележимо при ученици със слаби и средно развити познавателни възможности, което предизвиква затруднения при изучаване на темите.

2. Невъзможност да се проведат демонстрационни експерименти и лабораторни упражнения, поради:

- научната специфика на учебното съдържание;
- липса в повечето училища на подходящи уреди и опитни постановки;
- липса на специализирани лаборатории за изследване по атомна физика в малките населени места, които да предоставят възможност за изнесено обучение.
- недостатъчна подготвеност на учителите за работа с апаратура за ядрени изследвания в училищни условия.

Всичко това води до подмяна на експерименталната работа в лабораторното упражнение с теоретично разглеждане или заменяне на това лабораторно упражнение с друго по избор на учителя.

Стимулирането на интереса на учениците за изучаване на темите от Атомна физика е възможно да се осъществи чрез активизиране на самостоятелната работа на учениците. Начин за активизиране е включването на интернет ресурси, свързани с атомната енергетика, последствията от атомни аварии и биологичното действие на радиоактивните лъчения. Особен интерес и вълнение предизвиква обсъждането на филма „Чернобил“. Предлагат се дискусии на тема: Реалността в игралния филм „Чернобил“, „За или против ядрената енергия“, „Безопасно поведение при повишена радиационна опасност“ и други, които смятаме за достатъчно важни за всеки съвременен човек.

Важен инструмент за преодоляване на трудностите при изучаването на тези теми е интегративният подход при преподаването на този раздел, изразен чрез междупредметна връзка с учебните предмети Химия и опазване на околната среда, География и икономика, развитите им дигитални умения от часовете по

ИТ за търсене и класифициране на информация. Подходяща възможност за това предлагат бинарните уроци.

Споделените идеи са реализирани в учебната практика през изминалата учебна година и са отразени в годишния тематичен план за изпълнение на учебната програма по предмета за предстоящата учебна година. Тази възможност е предоставена на учителите от Наредбата за изменение и допълнение (В сила от 10.09. 2019 г.) на Наредба № 5 от 30.11.2015 г. за общообразователната подготовка (обн, ДВ, бр. 95 от 2015 г., изм. и доп., бр. 80 от 2018 г.).

По-долу предлагаме вариант за разпределяне на учебните часове, провокиран от опита ни на дистанционно провеждане на учебния процес през учебната 2019-2020 г.

Дял „Атомно ядро“

№	Тема на урока	Вид на урока	Описание на провеждането и примерни материали
1	Строеж на атомните ядра	Урок за преговор с допълнение	Припомнят се знанията за строеж на атомно ядро, изотопи на химичните елементи, масово число, усвоени от обучението по Физика в VIII клас и по Химия и опазване на околната среда в IX клас. Новите знания обхващат размери на атомното ядро и особеностите на ядрени сили.
2	Енергия на връзката на атомните ядра	Урок за нови знания	Следва се логиката на преподаване от избрания учебник по предмета Физика и астрономия за 10 клас.
3	Радиоактивност	Комбиниран урок	За нови знания и за решаване на задачи, но само върху естествена радиоактивност
4	Изкуствена радиоактивност	Комбиниран урок	За нови знания с решаване на качествени и количествени задачи върху ядрени реакции
5	Ядрено делене	Урок за нови знания	Изяснява се същността на управляема и неуправляема реакция на делене.
6	Ядрената енергетика и съвременното ѝ развитие	Урок – дискусия	Урокът протича под формата на дискусия чрез говорители на 4 малки групи, които предварително подготвят кратки доклади и презентации по темите: <u>Първа група</u> Неуправляеми реакции на делене. Последни от реакциите (примери с презентация и наблюдение на кратки филми, представени от youtube) https://www.youtube.com/watch?v=D02BPR2MzZM – Атомната бомба; https://www.youtube.com/watch?v=FVr0AUjnwYs – Годишнина. Хирошима отбелязва 74-та годишнина от ядрената бомбардировка на САЩ /06.08.2019 г. <u>Втора група</u> : Предимства при използване на ядрени централи в световен мащаб (представени с презента-

ции, изготвени с помощта на учебника, материали от интернет – приложение)

https://www.bulatom-bg.org/wp-content/uploads/Book_for_schools.pdf – пилотен проект за информиране на учениците от средните общообразователни училища по въпроси, свързани с ядрената енергетика

<https://money.bg/economics/koi-sa-stranite-s-nay-mnogo-yadreni-moshtnosti-v-sveta.html> – Кои са страните с най-много ядрени мощности в света?

<https://money.bg/economics/nay-golemite-yadreni-tsentrali-v-sveta.html> – Най-големите ядрени централи в света

<https://www.investor.bg/drugi/338/a/maae-iadrenata-energetika-e-spestila-na-sveta-55-gigatona-parnikovi-gazove-308141/> – МААЕ: Ядрената енергетика е спестила на света 55 гигатона парникови газове

Трета група: Съвременни тенденции в развитието на ядрените централи. (представени с презентация, изработена от групата)

<https://www.bulatom-bg.org/> – Български атомен форум

<https://www.mediapool.bg/yadrenata-energetika-fakti-tendentsii-i-prognozi-news301138.html> – намаляване на използването на ядрена енергия в европейски мащаб – Ядрената енергетика – прогнози, факти тенденции – проф. д-р Георги Касчиев – интервю от месец Декември 2019 г.

<https://bg.insterne.com/ядрената-енергия-предимствата-и/> – Ядрената енергия, предимствата и недостатъците

Четвърта група: Рискове и недостатъци при използване на ядрената енергетика (презентация и кратък документален филм в защита на тезата)

<https://www.youtube.com/watch?v=Y0aPu65werI> – Чернобил – цялата истина – какво се случи там

<https://www.youtube.com/watch?v=6KEyIjief0Q> – Смъртоносно зазоряване – 30 години от ядрената катастрофа в Чернобил – CHERNOBIL 30

<https://www.youtube.com/watch?v=IyaG8mze9yM&t=367s&pbjreload=101> – Топ 10 факта за аварията в Чернобил

<https://www.dw.com/bg/фукушима-по-страшна-от-чернобил/a-15493519> – Фукушима – по-страшна от Чернобил

<https://www.dw.com/bg/фукушима-като-хирошима/a-15212816> – Фукушима – като Хирошима и последващите статии в сайта

			<p>https://www.bulatom-bg.org/wp-content/uploads/Book_for_schools.pdf – пилотен проект информирани на учениците от средните общообразователни училища по въпроси, свързани с ядрената енергетика</p> <p>Всяка от групите представя пред останалите проучените, изследвани и разработени материали в защита на тезата си чрез говорител пред водещият на дискусиата, който оформя и записва мненията върху постер, разделен на 2 – „за“ и „против“ ядрената енергетика. След края на изложенията на групите се дава време на публиката да изрази мнение, което се записва върху постера. Часът завършва с оформяне на извод от класа в полза на преобладаващите мнения на участниците.</p>
7	Ядрен синтез. Бъдеще на ядрената енергетика	Урок – дискусия	<p>Класът е разделен на 3 групи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>Първа група</u> припомня предимствата и недостатъците на сегашните ядрени реактори в ядрените централи; - <u>Втора група</u> изяснява същността на реакциите на термоядрен синтез (ако се налага и с помощта на учителя) – управляем и неуправляем с примери и съпоставя количествата отделена енергия при делене на уран и ядрен синтез. Защишава тезата за предимства на използване на ядрен реактор с водород пред сегашните, използващи уран. - <u>Трета група</u> представя трудностите пред съвременната наука за внедряване в централите на термоядрен реактор и чрез примери изтъква предимствата и недостатъците на използване на алтернативни източници – вятърни и соларни генератори. <p>Помощни материали за изложенията могат да се намерят на интернет адрес: https://www.bulatom-bg.org/wp-content/uploads/Book_for_schools.pdf – пилотен проект информирани на учениците от средните общообразователни училища по въпроси, свързани с ядрената енергетика.</p> <p>Групите представят изложенията си под формата на презентации, или върху подготвени постери.</p> <p>Оформена е и група наблюдатели на дискусиата между групите. В края на урока всеки от наблюдателите представя собствената си позиция коя от тезите на групите подкрепя и защо. Добре е наблюдателите да са учениците със затруднения в овладяването на знания по предмета, както и с малък опит при намиране и обработване на информация от различни източници. Тяхната предварителна задача да се запознаят с мате-</p>

			риала по дискусиата от учебника (или материали, предоставени предварително от учителя).
8	Приложение на радиоактивните изотопи. Лъчезащита	семинарен урок	<p>Урокът може да премине чрез представяне на разработени материали пред класа или чрез разделяне на малки групи (2-3 ученици), или чрез представяне на материала от отделни ученици пред аудитория след предварителна подготовка. Възможни изложения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Радиоактивно датиране; - Приложение на радиоактивните изотопи в медицината; - Приложение на радиоактивните изотопи в археологията и астрономията; - Приложение на радиоактивните изотопи в селското стопанство; - Лъчезащита. Оценка на радиационната опасност; - Колективна и лична защита от радиация. <p>Полезни източници за провеждане на урока:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. https://csgoshik.ru/bg/lessons-in-electrical-engineering/application-of-radioactive-isotopes-in-medicine-and-biology-the-use-of-radioactive-isotopes-in-engineering/ – Използването на радиоактивни изотопи в медицината и биологията. Използването на радиоактивни изотопи в технологията. Радиоактивни изотопи в биологията и медицината 2. https://csgoshik.ru/bg/lessons-in-electrical-engineering/application-of-radioactive-isotopes-in-medicine-and-biology-the-use-of-radioactive-isotopes-in-engineering/ 3. https://indico.cern.ch/event/148275/contributions/181263/attachments/145700/206482/CERN_KATIA_SERGI_EVA.pdf – радиоактивни изотопи и приложения в медицината 4. https://www.bulatom-bg.org/wp-content/uploads/Book_for_schools.pdf – пилотен проект за информиране на учениците от средните общообразователни училища по въпроси, свързани с ядрената енергетика и др.

Чрез така предложеното разпределяне на часовете в дял „Атомно ядро“ се постигнаха голяма част от целите на обучението по физика, заложи в учебната програма и конкретизирани в моята преподавателска работа:

- Да се усвоят и обогатят знанията за: видове ядрени реакции, ядрен взрив, работа на ядрени централи; предимствата и рисковете при използването на ядрена енергия.

- Да се представят съвременни аспекти в развитието и използването на ядрени централи в световен мащаб.

- Да се оформи гражданска позиция на съвременния човек относно предимствата и недостатъците при използването на ядрени централи.

- Да се представят възможни алтернативи за получаване на ядрена енергия чрез избягване на рисковете на сега действащите ядрени централи.

- Да се усвоят и обогатят знанията за определяне на радиационна опасност, измерването на замърсявания в природата, биологичното действие на облъчването при хората, защитата от облъчване, поведение при риск от радиационна опасност и др.

Семинарните уроци и уроците – дискусия са особено подходящи за провеждане и чрез видео-конферендна връзка в условия на дистанционно обучение. Възрастовата зрялост на учениците позволява тяхната самостоятелна и групово подготовка по определени теми, оформящи общата им култура и отговорно гражданско поведение. Този вид уроци засилва мотивацията на ученици при изучаването на предмета Физика и астрономия в 10 клас и създава предпоставка за формиране на тъй наречените „меки“ умения – умения за презентиране, работа в екип, защита на позиция, изслушване, подкрепа и др.

С предложеното разпределяне на темите се запазва общият брой часове, предвидени в дял „Атомно ядро“ и позволява ефективно организиране и провеждане на учебния процес. Наблюдението върху дейностите на учениците и резултатите от оценяването показват, че повечето от тях успяват успешно да посочат приликите и разликите между различните видове ядрени реакции; да осмислят разликите между естествена и изкуствена ядрена реакция; да оценят и подредят предимствата и недостатъците от използването на ядрената енергия, на радиоактивните изотопи; да правят самостоятелни преценки за алтернативни източници на енергия. Постигат се очакваните резултати от Наредба № 5 и учебната програма по Физика и астрономия [2].

Предложеният вариант на провеждане на часовете намалява в голяма степен трудностите при изучаване на раздел „От атома до Космоса“, дял „Атомно ядро“ в 10 клас и е апробиран в условията на работа в професионални гимназии с техническа насоченост.

Добре е, ако учителите по физика бъдат подпомогнати в работата си и чрез възможности за:

1. Създаване на база данни от адаптирани към учебната програма виртуални лабораторни уроци по ядрена физика, които да осигурят възможност за наблюдение на експерименти в тази област.

2. Осигуряване на мобилни групи от университетски преподаватели, които на място в училищата на страната да демонстрират експерименти. Така ще се избегне и проблема с бюрократичните изисквания за групови посещения на ученици в специализирани лаборатории, който е свързан със Закона за туризма и Наредба за отменяне на Наредба № 2 от 1997 г. за организиране и провеждане на детски и ученически отход и туризъм [8], а от друга страна учениците ще придобият нужните компетенции, залегнали в Наредба № 5 от 30.11.2015 г. за общообразователната подготовка Обн. - ДВ, бр. 95 от 08.12.2015 г., в сила от 08.12.2015 г. Издадена от министъра на образованието и науката за Първи гимназиален етап на средна степен на образование. [1]

Използвана литература:

[1] НАРЕДБА № 5 от 30.11.2015 г. за общообразователната подготовка Обн. - ДВ, бр. 95 от 08.12.2015 г., в сила от 08.12.2015 г. Издадена от министъра на образованието и науката за Първи гимназиален етап на средна степен на об-

разование.

- [2] Учебна програма по Физика и астрономия
- [3] В. Иванов и др. Учебник по Физика и астрономия 10 клас, Просвета, (20019)
- [4] В. Иванов и др. Книга за учителя по Физика и астрономия 10 клас, Просвета, (2019)
- [5] Иванов В. и др. Учебник по Физика и астрономия за 10 клас, Анубис, (2019)
- [6] Максимов М., Димитрова И. Учебник по Физика и астрономия за 10 клас, Булвест, (2019)
- [7] Бенова Е и др., Учебник по Физика и астрономия за 10 клас, Педагог 6, (2019)
- [8] Закон за туризма и Наредба за отменяне на Наредба № 2 от 1997 г. за организиране и провеждане на детски и ученически отдих и туризъм (обн. - ДВ, бр. 86 от 01.11.2019 г.) (публ. 05.11.2019)

Учебният експеримент по физика (УЕФ) като фактор за повишаване мотивацията на учителя и ученика в образователния процес

Николай Цонев¹, Калин Ангелов²

¹Световна младежка академия „ЛИДЕР“, Плевен

²Физически факултет, СУ „Св. Кл. Охридски“, София

Абстракт: Мотивацията е сложно философско понятие в процеса на социалното общуване. Този въпрос в особена степен се проявява в отношението учител-ученик. Дефинираното по този начин взаимоотношение е абстракция, около която могат само да се създават нееднозначни хипотези. Причината за това е, че резултатите от успешното взаимодействие учител-ученик се материализират много напред във времевата ос (т. е. в бъдеще, а не в настоящия момент), което пречи на оценката за ефективността на това взаимодействие веднага след неговата реализация. Също така е възможно един тип взаимодействие при едни субекти да дава отлични резултати, а при други да е абсолютен неуспех. Така втората основна трудност се реализира във високото ниво на субективизъм при оценката на неговата ефективност.

Можем да изходим от следните аксиоми (като даденост): 1. Мотивацията на учителя се определя от материални (финансово оценяване на труда) и нематериални фактори. [1]; 2. Ученикът е мотивиран да учи само интересните за него феномени по възможно най-ненатоварващ начин (напр. игра).

Поради ефекта на насищане на финансовия инструмент като първостепенен, но не и единствен фактор при мотивацията на учителите, достигаме до момент, в който трябва, да съвместим нематериалните стимули за учителите и интересите за реанализацията на игровия подход при учениците – подходящо поле за това е времето за УЕФ, когато учителят може да развие своята креативност при реализация на експериментите, развивайки усещането и **удовлетвореността** от творчеството, а учениците да **формират знания**, експериментирайки с предложените обекти (като проява на конструктивисткия подход в обучението) [2]. Централно място в педагогическата дейност заема грижата на учителя да се поражда и поддържа **желание у** учениците за учене. Главна задача в училище е духовното производство не на учени, а на учащи се хора [3]. УЕФ поради сложната комбинация от действия (Напр.: 1. Точна хронология на действията; 2. Точност на измерванията; 3. Обработка и анализ на числовата информация), изисква максимално използване на междупредметните връзки с останалите предмети, като Информационни технологии, математика и Български език и литература). Така УЕФ по естествен начин се превръща в първостепенен фактор за подготовка на тотален и широкопрофилен обучаващ инструмент за учениците. За постигане на този резултат УЕФ изисква и съвсем естествено повишаване мотивацията на учителите, за прилагане на иновативни методи и подходи – интегралния подход, инженерния дизайн и [4] и т. н. Като подчертаем и значението на ролевите модели, на ясните цели и очаквания и учителят като ‘социализиращ агент на промяната при учене’ [3], можем да изведем мотивацията на учителя като основен фактор за повишаване качеството на образователния процес чрез използване на УЕФ.

1. Увод

При липса на богати, устойчиви и разностранни интереси към науката, литература, изкуство и други сфери на духовния живот учениците могат да учат по силата на „отрицателни“ и „външни“ мотиви (изпълнение на учебната задача заради някаква външна награда или за да се избегне наказание). Към тази категория се отнасят маниакалният стремеж към получаване на високи бележки, облагодетелстване и лична изгода, страх от родители. Заедно с „външните“ мотиви съществуват и „вътрешни“ мотиви за учене (увличат се в учебната задача заради самата нея – заради удоволствието от ученето, усещането, че нещо бива научено и овладяно, заради усещането за постижение). Според проучванията, ученици, чиято мотивация е вътрешна, ползват стратегии на учене, които изискват по-голямо усилие по отношение обработване на информацията. Те са склонни да се насочат към задачи, които са поне умерено трудни и предизвикателни, докато учениците с външна мотивация се ориентират към задачи, които са по-лесни и не представляват голямо предизвикателство. Изводът тук е, че вътрешната мотивация гарантира по-последователно и сериозно учене [3]. Пресечната точка на двата подхода за учене е УЕФ, където заради скипната работа се създава състезателна атмосфера – кой ще получи по-добър резултат или кой ще се справи първи. Така се стимулират младежите с „външни“ мотиви за учене да развият „вътрешни“ мотиви за учене и увличане в учебната задача.

Така можем да изведем и основния недостатък при работа в дистанционна среда при липса на реализация на УЕФ и заместването му само със симулационни модели, а именно: 1. Намаляване мотивацията на учителите чрез отнемане усещането им за творчество в УЕФ и 2. Отнемане на мотивацията у учениците чрез изключване на реалната състезателна атмосфера при работа по време на УЕФ. От всичко казано дотук се доказва значимостта и вниманието, което трябва да се отдели на реалния УЕФ.

2. Междупредметни връзки и цели на учебните Програми, които се реализират чрез УЕФ:

В търсене на пресечната точка от обучението по физика, която стимулира мотивацията на ученици и учители трябва да се обърнем първо към учебните програми по класове, където в раздела за междупредметни връзки и цели още в 7 клас е написано: „Програмата е насочена към формиране на: – математическа компетентност и основни компетентности в областта на природните науки и на технологиите: – при използване на различни модели (формули, графики, схеми) и при решаване на различни учебни проблеми (тренировъчни и познавателни задачи);“.

Отговор за възможните подходи за реализация на целите са описани последователно в 8 и 9 клас: „Единство и взаимна обвързаност между класно-урочни и извънкласни дейности. Такива са индуктивният и дедуктивният подход, историческият подход, ученико-центрираният подход, проектното обучение, интерактивните методи и тези, свързани с диагностичност на обучението, демонстрационни и експериментални методи, методи за решаване на задачи.“ Всички тези цели и подходи биха могли да се реализират ефективно единствено при обучение с акцент върху УЕФ.

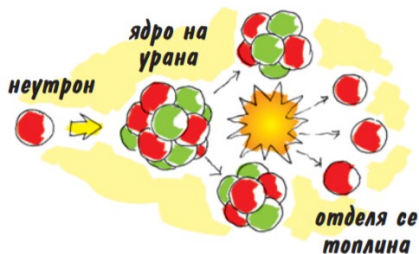
3. Изложение

Както се вижда от цитираните учебни програми в 7, 8, 9 класове, акцентът в обучението по физика е в иновативните методи на обучение и експерименталните методи. От наши предишни разработки доказахме как непълната материално-техническа база за разделите: „Електричество“[4], „Механика“ и „Светлина“[5] може да бъде компенсирана с нискобюджетни конструктори, окомплектовани от учители и ученици. В същото време всички, цитирани по-горе междупредметни връзки биха могли да се реализират чрез изпълнението на поне по 2 от препоръчаните лабораторни упражнения в съответния клас

В този случай акцентът се поставя върху готовността на учителите да стимулират интереса на групи ученици чрез участие в иновативни проекти от типа на СТЕМ-образованието[6].

Проблем възниква единствено с практическата и демонстрационна дейност в разделите „Ядрена физика“ и темата „Ядрени реактори“. Ето какво решение предлагаме на този проблем – използване на учебната база на АЕЦ „Козлодуй“ и площадката в Белене, където е складирано оборудването за нов реактор от типа ВВЕР. През 2018 г. Атомната централа в Козлодуй е посрещнала като посетители общо 1652 души като 74% от тях са били деца и ученици[7]. Това прави средно по 33 деца и ученици от област в страната. Този факт демонстрира само едно: negliжиране на този раздел в обучението по физика. А при желание учениците биха могли да видят в реални размери и реакторите на площадката на АЕЦ-Белене. В този смисъл някои учители са още в дълг към интереса на учениците. А при направена анкета 92% от анкетираните не са против развитие на атомната енергетика в страната[7]. Създават се стипендиантски програми за стимулиране на студенти да изучават инженерни специалности, необходими за АЕЦ. Изводът е само един: Нужен е интегриран подход на МОН и Министерството на енергетиката, а пресечната точка са часовете по физика, за изграждане на ново информирано отношение у учениците към Атомната енергетика, която е важен фактор и в Европейската политика по отношение на „Зелената сделка“ (за намаляване емисиите на парникови газове). В този контекст е нужно и по-подробно разглеждане и на малките ядрени реактори. Според класификацията на Международната агенция за атомна енергия, малки ядрени реактори са реакторите с електрическа мощност равна или по-малка от 300 MW, а това е порядъкът на една от централите, включени в Студения резерв на страната. Още през 2009 г. общо в света са работели 133 такива реактора, разпределени в 28 страни, 13 са били в процес на изграждане, а общата им мощност е била равна 60.3 GW, което замества мощността на повече от 16000 АЕЦ-а от типа на нашата в Козлодуй. Това е важна задача, защото нашите ученици -сега са бъдещите атомни физици и инженери на България. Не са нужни скъпи програми и проекти, а мотивирани учители, които да могат да интерпретират правилно плюсовете и минусите на Атомната енергетика (защо не се обръща внимание, че по света се строят нови мощности (Напр. Великобритания), активно се развиват Малките модулни реактори (Напр. В САЩ Департаментът по енергетика регулярно финансира развойни дейности, свързани с малки модулни реактори, като през 2018 година са отделени рекордните 452 млн. долара за подпомагане на два проекта, които се в най-напреднал етап на разработка. Отделно от това, през март 2019 г. са подписани договори с три от компаниите, стоящи зад проекти на малки модулни реактори за изграждане на

техните прототипи на площадката в Савана Ривър.), а при нас се говори само за ограничение на съществуващите мощности. В случая мотивацията на учителите може да се разглежда като техен „личен“ интерес, защото бъдещето на Атомната енергетика гарантира тяхното, и на техните деца, стабилно енергонезависимо бъдеще. Правилното разбиране работата на Атомните реактори води към едно по-добро разбиране значението на ядрените частици, например неутроните при верижната реакция на деление на урана (фиг.1). Това компенсира negliжирането (непоменаването) им в учебната програма по „Човекът и природата“ в 6 кл., появявайки се чак в 7 кл. е логично учениците да ги възприемат като нещо малозначно и не толкова важно при изучаване на „Ядрената физика“. Всичко казано дотук определя необходимостта от акцентирание върху темата. В тази посока АЕЦ „Козлодуй“ е предприела първите стъпки с електронни издания в сайта си – сп. „Първа атомна“ и книжка с въпроси и отговори за деца (фиг.2), където е показано с диаграма какъв нищожен е процента на АЕЦ като радиоактивен замърсител (фиг.3). Това е предпоставка за използване на проектния подход в обучението като се използва резултата, цитиран в посочената диаграма като теми за ученически проекти в посока СТЕМ-образование [6]. А оттук разглеждането на проблема за радиоактивното и радиационното замърсяване дава възможност за компенсиране на някои пропуски в учебното съдържание като: Ефектът на нестабилното магнитно поле на Земята (имаме за пример Уран, чиято нестабилна магнитосфера води до загубата на част от атмосферата му в Космоса); влиянието на радона върху човешкото здраве; космическите лъчения и тяхната енергия. Така темата за „Атомните реактори и централи“ се превръща по естествен начин в инструмент за разбиране на ядрената физика.

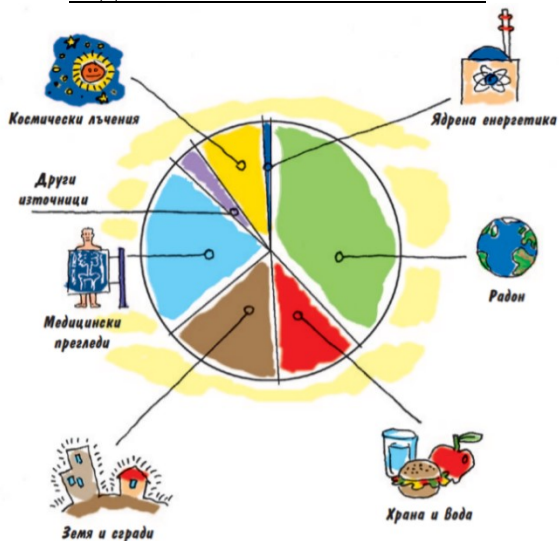


Фиг.1



Фиг.2

РАДИОАКТИВНИ ЗАМЪРСИТЕЛИ:



Фиг.3

4. Литература:

- [1] http://pedsovet.su/kadry/5780_kak_motivirovatuchitelya;
- [2] Piya Emilov, Adriana Tafrova-Grigorova, Constructivist learning invirenment in chemistry study a cross-national study, Списание на Софийския университет за образователни изследвания, 2014/4;
- [3] Е. Димитрова,
<https://download.pomagalo.com/166348/struktura+i+sydyrjanie+na+motivaciyata+za+uchene/>
- [4] Н. Цонев и К. Ангелов, Електрически конструктор за раздел „Електричество“ с възможност за активен, евристичен творчески процес, XLV Национална конференция по въпросите на обучението по физика, „Експериментът – основа на образованието по физика“, Херон прес, 2017 г., стр. 225-229;
- [5] Н. Цонев и др., „Нискобюджетните „10+“-конструктори като метод за решаване на проблемите с материално-техническата база в часовете по „Физика и астрономия“-7 и 9 клас“, XLVI Национална конференция по въпросите на обучението по физика „ЕВРОПЕЙСКИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ЕВРОПЕЙСКОТО ОБРАЗОВАНИЕ ПО ФИЗИКА“, СФБ, 2018 г., стр. 149-153;
- [6] Н. Цонев, Т. Валериев и др., сп. „СТЕМ в България, Европа и света“, бр. 3/2020, „Експериментална постановка по физика – Махало и лостови системи“;
- [7] http://www.kznpp.org/uf//pa/2019/PA_01_2019.pdf

Приложение на обучението в ЦЕРН в учебните програми по физика

Свежина Димитрова¹, инж. Зорница Захариева²

¹ЦПЛР-НАОП „Николай Коперник“, Варна

²ЦЕРН

ЦЕРН (CERN) е най-голямата европейска научна организация, в която членуват 23 държави, включително България. Задача на организацията е да изгражда и поддържа уникална научна инфраструктура за провеждане на изследвания в областта на физиката на елементарните частици. Тази инфраструктура се използва от над 13 000 учени от цял свят. Основните мисии на ЦЕРН са:

- да развива човешкото познание за структурата на материята и Вселената;
- да разработва нови технологии;
- да готви и обучава учители и бъдещи учени и инженери;
- да обединява хора от различни страни и култури в работата им за прогреса на човешката цивилизация.

В организацията е създаден Център за трансфер на знания и технологии.

Членството на България в ЦЕРН ни дава много предимства:

- дава възможност на българските учени да имат достъп до уникална научна инфраструктура и да извършват изследвания на най-високо световно ниво;
- позволява на нашите учени да изграждат широки международни контакти с учени от цял свят;
- дава възможност за обучение на млади учени, инженери, студенти и учители;
- спомага за задържане на младите учени в страната, както и съхранява контактите между българските научни институти и българите, работещи в чужбина;
- поръчките от ЦЕРН в българската индустрия водят до повишаване на нейната конкурентноспособност (чрез know-how, идващо с тези поръчки, както и повишаване на техния авторитет като надеждни и високоценени производители).

Специален акцент за практическата приложимост на научните изследвания на ЦЕРН са медицинските приложения на технологиите, разработвани в областта на физиката на високите енергии.

От 1998 г образователният офис на ЦЕРН започва организирането и провеждането на триседмични международни учителски програми за учители по физика от горен курс на английски език HST (High School Teachers) Programme. От 2006 г. поради големия интерес на учителите от страните членки на ЦЕРН и поради факта, че не всеки учител говори английски език, започва организирането на национални учителски програми. Тези програми са едноседмични, на роден език с учени от съответната страна.

През 2008 г. организирахме първото обучение за български учители 12 – 18 октомври, като с това България стана петнадесетата страна членка на ЦЕРН с национална програма. От 2011 г. програмата прерасна в Национална учителска

програма за обучение на учители в ЦЕРН и е дейност от Национална програма „Квалификация“, която се приема с Решение на Министерския съвет.

Обучението се организира от дирекция Квалификация и кариерно развитие на Министерството на образованието и науката съвместно с образователния офис на ЦЕРН и НАОП „Николай Коперник“. Програмата се изготвя и провежда съвместно от образователния офис в ЦЕРН, ИЯИЯЕ към БАН и Института по роботика „Св. Ап. и Ев. Матей“ към БАН.

През последните 11 години България завоюва едно от челните места по потребление на образователни дейности в CERN чрез организирани и провеждани програми за квалификация на учители. Заедно с това значителен е дялът на организирани посещения на ученици и виртуални визити, както и участията в други програми включени в системата на образователни програми, провеждана в CERN.

Националните програми за квалификация на учители от България чрез посещение в Европейската организация за ядрени изследвания – CERN (<http://teacher-programmes.web.cern.ch/ntp/bulgaria>) са част от Националните програми за учители (<http://teacher-programmes.web.cern.ch/>), които се организират с помощта на групата за Образование и комуникация в CERN.

Квалификационният курс в CERN за българските учители включва 2 основни програми. Първата програма е за учители по природни науки, а втората е за обучение на учители в областта на Инженерните дисциплини (Електроника, Електротехника, Механика и т.н.) и учители по учебните предмети Информатика и Информационни технологии. През 2010 г. беше организирана еднократна, специална 3-дневна програма за директори на математически и природно-математически гимназии. От октомври 2008 до октомври 2019 г. 755 български учители са преминали обучение в CERN.

1. Програма за учители по физика и природни науки

Тази програма има вече 12 издания, като от 2016 година освен учители по физика се обучават и учители по химия и Човек и природа.

Научен ръководител на програмата е доц. д-р Пламен Яйджиев от института за Ядрени изследвания и ядрена енергетика към Българска Академия на Науките, а координатори за програмата са Свежина Димитрова, директор Народна астрономическа обсерватория и планетариум, Варна, от страна на ЦЕРН, инж. Зорница Захариева.

Всяка програма се провежда в рамките на 6 дена и се изнася на български език от водещи български учени. Програмата включва 3 модула:

- В рамките на 40 часа участниците слушат цикъл от лекции по атомна и ядрена физика, медицинска физика, физика на високите енергии, физика на елементарните частици, детектори, ускорители, компютинг, GRID мрежи, IT.
- Посещават се детекторите ATLAS и CMS, Компютърният център, експерименталният център ISOLDE, тестовата установка на LHC магнитите, контролния център на LHC, ускорителите PS и LEIR и изложбените центрове Микрокосмос и Глоуб.
- Практическите упражнения включват: „Учителска лаборатория“ и „Изграждане на аерозолна камера“.

Обучението се провежда на български език от български учени и инженери

ри в ЦЕРН при безупречна организация както от страна на образователния офис в ЦЕРН, така и от страна на МОН и НАОП – Варна.

В края на програмата участниците се разделят на групи – според преподавания предмет и етапа, в който преподават, а задачата им е да изработят план за приложение на придобитите знания от лекционния курс, визитите и експериментите в учебните програми по физика и астрономия и химия и опазване на околната среда. Всяка група презентира изработеният проект, който след това се обединява в обща програма за приложение на получените знания в учебния процес за съответния клас.

Участниците в обученията получават сертификати за участие в Българската учителска програма, подписани от представител на ЦЕРН и от заместник – министър на образованието и науката и доц. д-р Пламен Яйджиев, научен координатор на програмата от Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика към БАН.

Ефектът от провежданата Българска учителска програма се изразява във възможности за:

- Кариерно развитие на учителите;
- Придобиване на съвременни знания по физика и астрономия;
- Мотивация за учители, студенти и докторанти, с оглед преодоляване на дефицита от специалисти по природни науки;
- Иновационни технологии в обучението по природни науки;
- Предоставяне на информация от ЦЕРН, достъпна за учениците чрез използване на специализирани сайтове с образователна цел, материали и презентации от официалния сайт на ЦЕРН;
- Популяризиране на информацията за ЦЕРН сред учителската общност, ученици, родители, общественост.
- Използване на съоръжението S'Cool Lab на CERN за практически експерименти, напр. изграждане на „Камера на Уилсън“, както и обмяна на опит как тези практики да се предадат и направят в българските училища.

2. Посещения на ученици в CERN

Първите групи ученици посещават CERN през 2010 г. в рамките на кратки 2-дневни програми за обучение. Това събитие беше отразено в „Бюлетин на CERN“ със специална статия озаглавена „150 български ученици посещават CERN“ (брой 21-22 / 2010).

Над 4000 български ученици посещават CERN в периода 2010-2019 г. Групите се сформират от учители от над 20 населени места в България като продължение на учителските програми.

Всяка година между 12 и 15 ученически групи посещават CERN.

Ученици от цяла България са участвали в тези визити с учебна цел – Варна, София, Пловдив, Велико Търново, Благоевград, Бургас, Белослав, Разград, Стара Загора, Русе и др, като посещенията са концентрирани през пролетна и лятната ваканция.

Тези програми са считани за изключително важна част от Българската образователна дейност, свързана с CERN и са подкрепени от цялата българска общност в CERN.

Програмата, която се подготвя за всяка група е в рамките на 1 – 1.5 дни и се състои от следните модули:

- Посещение на различни обекти и установки в CERN (ускорители, детектори, зала за управление на ускорителите, компютърен център, и т.н.)
- Допълнителни лекции и дискусии с български учени и инженери
- Посещения на 2-те големи изложби в CERN: Микрокосмос и „Вселена на частиците“.
- Използване на съоръжението S'Cool Lab на CERN за практически експерименти, напр. изграждане на „Камера на Уилсън“.

3. Видеоконференции и виртуални визити за български училища

Организациите на видеоконферентни връзки започна през 2013 година, а от 2014 година се организират и виртуални визити. Тези дейности дават възможност на ученици, които нямат възможност да посетят CERN да могат да получат информация за експериментите, които се провеждат в CERN и да направят виртуално посещение.

През периода 2013 – 2019 са организирани 15 такива събития, като са участвали 44 училища от 23 населени места от цяла България.

От края на 2014 година основни координатори на виртуалните визити са Атанас Батинков и Теодора Николова, които са българските представители в Международната група за популяризиране на физиката на елементарните частици – International Particle Physics Outreach Group (IPPOG).

За всяко едно събитие има голям интерес и съответно активно участие на училища от цялата страна.

Най-голямата виртуална визита се проведе през декември 2016 г, в която участваха:

- 18 училища от цялата страна
- Участници в събитието бяха ~ 1000 ученици
- По време на 3-часовата визита бяха посетени няколко установки на CERN, напр. детектора CMS, тунела на ускорителя LHC, установката за тестване на магнитни модули – SM18 и др.
- Въпроси и отговори с учениците се проведеха в специални „виртуални стаи“ след края на посещенията с помощта на 20 български учени и инженери

Други образователни дейности благодарение на сътрудничеството с CERN:

- Честване 60-годишния юбилей на CERN с интерактивни изложби, октомври 2014, София
- Изложба „Усещане за Вселена“, ноември 2014, София
- Art@CMS изложба, ноември 2014, София
- Софийски фестивал на науката, май 2015
- Директно предаване на събитието TEDxCERN, ноември 2016
- Фестивал „Науката чрез изкуство“, юни 2017, Варна
- Майсторски клас SciArt на Фестивал на науката, май 2017, София

4. Резултати от учителските и ученическите програмите за обучение свързани с CERN

Като резултат от участието си в учителските програми по физика и природни науки, инженерни и ИТ специалности, учителите имат възможност:

- Да развият своите квалификации в тези области, като се докоснат до най-съвременните експерименти и разработки в областта на науката и технологиите.

- Да изградят професионални мрежи сред учителите за обмен на най-добрите учебни практики. Всички учители поддържат връзка чрез Facebook група – ЦЕРН.

- Всеки един от тези 755 учители е представил CERN, експериментите и технологиите, които са видели по време на програмите и техния опит на своите колеги в училищата (презентации на учителите пред колективите и учениците им).

Учителите заедно със своите ученици са изпълнили следните дейности:

- Компетентно преподаване на съвременна физика в класната стая.
- Участие с тематиката за CERN в националните конкурси за Интернет уроци – „Физиката в моите очи“ и „Ловци на небесни съкровища“ и всяка конференция по физика.

- Подготвяне на научен театър за Научно – практическата конференция „CERN за науката и обществото“.

- Организиране на изложби за ЦЕРН и учителските програми (в 120 училища).

- Изработване на постери, брошури и рисунки

- Изработване на модели и макети за учебните уроци с примери от CERN

- Изнасяне на уроци от ученици, свързани с посещенията в CERN

- Участие с макети в националното състезание „Космосът – настояще и бъдеще на човечеството“

- Посещение на изложбата „Усещане за Вселена“ и други събития свързани с CERN

- Организиране на клубове „Приятелите на CERN“ (в 58 училища).

- Изложби за ЦЕРН и учителската програма – 105

- Презентации на учителите пред колективите и учениците им

- Участие с тематиката на ЦЕРН в националните конкурси за Интернет уроци – „Физиката в моите очи“, „Ловци на небесни съкровища“ и всяка конференция по физика

- Клубове „Приятелите на ЦЕРН“

- Изработване на постери, брошури и рисунки

- Подготвяне на научен театър за Научно – практическата конференция „ЦЕРН за науката и обществото“

- Изработване на кръстословици

- Подготовка за викторини, състезания и училищни конференции

- Изработване на модели и макети

- Посещения на ученици в ЦЕРН

- Научно – практически конференции „ЦЕРН за науката и обществото“

- Комуникация на науката и технологиите и връзки с обществеността и медиите на тема ЦЕРН и българското участие

- Участие с макети в националното състезание „Космосът – настояще и бъдеще на човечеството“

- Посещение на изложбата „Усещане за Вселена“ и мн. др.

Активна комуникация във връзка с науката и технологиите свързани с

CERN и програмите за обучение в различни медии, провокирана от участници в програмите:

- Над 450 публикации в регионални и национални вестници
- Многобройни интервюта по регионални и национални радио станции
- Множество репортажи по регионални и национални телевизии
- Прес-конференции

От 2014 г. всяка година вестник „Аз Буки“ публикува обширни статии за успехите на образователните дейности и квалификационни програми в CERN.

Всички тези програми и дейности са част от Националната стратегия за сътрудничество с CERN.

Успехът на българските образователни дейности свързани с CERN се дължи на отличното сътрудничество, големия ентузиазъм и подкрепата от страна на:

- Групата за образование и комуникации в CERN
- Цялата българска общност в CERN
- Министерство на образованието и науката
- Всички сътрудничащи с CERN български институти и университети, и най-вече:
 - Софийски университет „Св. Климент Охридски“ – Физически факултет
 - Институт по ядрена физика и ядрена енергетика, БАН
 - Институт по роботика, БАН
 - Народна астрономическа обсерватория и планетариум – Варна.

Тези дейности имат огромно въздействие върху българските ученици и учителите. Те подпомагат българското образование, като дават възможност за:

- Докосване до съвременната наука, която се развива в CERN;
- Мотивиране на учениците да насочат вниманието и развият способностите си в областта на физика, математика, информатика, инженерни дисциплини и т.н.;
- Развиване и надграждане квалификацията на учителите;
- Изграждане на професионални мрежи между учителите участниците в програмите и между учители и учени.
- Обогащане на училищната програма с най-новите достижения в областта на физиката, инженерни разработки и информационни технологии;
- Организиране в училищата – изложби, презентации, викторини, постерни сесии, клубове „Приятел на ЦЕРН“ и много други дейности;
- Насърчаване любознателността и креативността на учениците;
- Мотивиране на учениците да продължат образованието си в областта на физика, инженерни дисциплини, математика и информатика.

Чрез участието в програмите учителите се превръщат в посланици на съвременната наука и я пренасят в класните стаи, а чрез медийните изяви и върху широката общественост.

Открити уроци с данни на експеримента CMS в CERN

Румяна Хаджийска

*от името на организаторите на CMS Masterclasses in Bulgaria
Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, БАН*

Абстракт: Откритите уроци за ученици с актуални данни от експеримента CMS в CERN, имат за цел да запознаят участниците с базови понятия от физиката на високите енергии, като в същото време предоставя възможност на учениците сами да анализират експериментални данни, които те трябва да обяснят и защитят в онлайн научна дискусия с ученици от други училища и държави, както и учени от CERN. По този начин участниците имат възможност да работят като истински научни работници, като комбинират знания от различни области – математика, физика, информатика, чужд език.

1. Големия адронен колайдер LHC и експеримента CMS

Големият адронен колайдер LHC (Large Hadron collider) се намира в Европейския център за ядрени изследвания, CERN, в Женева. LHC ускорява заредени частици – протони и оловни ядра, като енергията на взаимодействията по проект е 14 TeV. През първия и втория период на набор на данни, т.н. Run1 и Run2, енергията на взаимодействията достигна 8 TeV и 13 TeV, съответно. По контура на LHC са организирани четири точки на взаимодействие, около които са изградени четирите детекторните комплекси ATLAS, CMS, ALICE и LHCb, които регистрират и измерват частиците, родени при взаимодействията на заредените снопове. Анализ на натрупаните данни позволи задълбоченото изследване на Стандартния модел на елементарните частици, както и наблюдаването на нови физични феномени, един от които е наблюдаването на бозона Хигс – рапортуван едновременно от експериментите CMS и ATLAS през 2012 година. Българските учени работят в много от експериментите в ЦЕРН, като една голяма част от тях участват в поддръжката на експеримента CMS, набора на данни и получаване на физични резултати с тях. Това дава възможност за по-лесно пренасяне на натрупаните знания и умения не само към научните колективи у нас, но така също и към учениците от горните класове, които имат интерес към природонаучните дисциплини.

2. Онлайн портал на ЦЕРН за данни с отворен достъп

Още по времето на първия набор на данни, започна поэтапното реализиране на данни с публичен достъп и организирането на събития и открити семинари, които имат за цел да подготвят широката общественост за методологията и детайлите свързани с анализа на данните с отворен достъп. Достъпът до данните се осъществява през така наречения портал [1] – онлайн платформа, която служи като интерфейс към систематизираните данни, софтуер и документация, предоставена от отделните експерименти.

Налични са различни формати и извадки от данни, които могат да бъдат използвани според нуждите на крайния потребител – за задълбочени експертни изследвания в областта на физиката на високите енергии или за целите на обра-

зователната система. Наличните данни и софтуер дават възможност не само за изследване или онагледяване на конкретни физични феномени, но могат да бъдат използвани и в проекти, целящи обработка на големи обеми от данни, работа с различни софтуерни рамки, при изявен ИТ интерес на учениците. Работата с данните с отворен достъп на ЦЕРН може да бъде провеждана както в индивидуална, така и в групова форма.

3. Открити уроци с данни на експеримента CMS

Една от най-популярните форми за работа с данни на ЦЕРН, и по-конкретно с данни на CMS, е ежегодното провеждане на открити уроци с международно участие. Тези класове са предназначени основно за учениците от горните гимназиални класове. Основни организатори на тези класове са групите за международен обмен на знания и наука за широката общественост в областта на физиката на елементарните частици IPPOG (International Particle Physics Outreach Group) [2] и IMC (International MasterClasses) [3]. Съорганизатори от българска страна са учените от ИИИЯЕ – БАН, СУ „Св. Кл. Охридски“, НПО-ОСОС, НАОП „Н. Коперник“ – Варна, ПУ „Паисий Хилендарски“, както и учителите от средните училища, където са проведени такива открити уроци. Българските ученици се включват в международните уроци от 2018 година. До сега са проведени следните открити уроци:

2018 – София, 66 ученика от цялата страна.

2019 – Варна, Дупница, Козлодуй, Смолян, София. Над 150 ученика от цялата страна

2020 – Перник (на място), Варна и Свищов (онлайн).

Планираните класове в София и Пловдив не се реализираха по причини, свързани с пандемията от Covid-19.

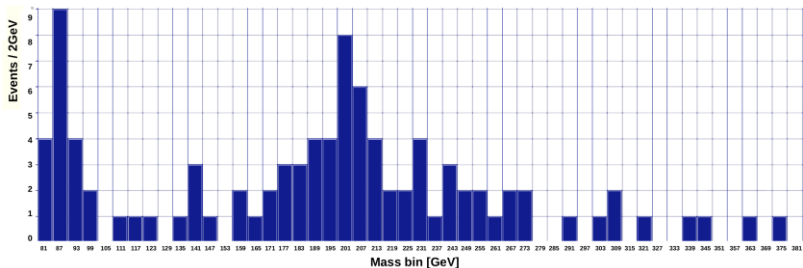
4. Форма на провеждане на международните майсторски класове

Провеждането на откритите уроци се провежда в един ден, като те са разделени в няколко последователни етапа:

- Уводни лекции – елементи от теория на елементарните частици и разпадите, които ще се изучават по време на практическото упражнение;
- Устройство на детекторния комплекс CMS и методология на упражнението;
- Самостоятелна работа на учениците, с помощта на ментори и техните учители – анализ на експериментални данни от CMS, реконструиране на събития и идентифициране на частиците W^{+-} , Z и H бозони, посредством техните разпади на мюони, електрони и фотони. По време на практическите занимания, учениците преглеждат експериментални данни и се опитват да разпознаят индикации за конкретен разпад. Това включва изучаване на електрическия заряд и кинематичните характеристики на регистрираните частици. Учениците прилагат логически разсъждения относно запазващите се величини в началното и крайното състояние на процеса – електрически заряд, импулс и енергия. Те въвеждат резултатът от техните заключения в предварително подготвени таблици, където се пресмята и масата на конкретната реконструирана частица – кандидат за W^{+-} , Z или H бозон, виж Фиг. 1.
- Дискусия на получените резултати с модератори от ЦЕРН и участниците

от други страни. Работният език на който се провеждат тези срещи е английски.

Допълнителна информация, както и материали, свързани с теоретичната и практическата част на урока, могат да бъдат намерени на съответните Интернет страници на проведените отрити уроци. Като пример, тук е посочена страницата от събитието в Свищов [4].



Фиг. 1 Разпределение по реконструирани маси на частици, реконструирани в четирилептонни събития. Резултати от открития урок в Перник, 2-ри март, 2020

5. Други форми на провеждане на уроци с данните с отворен достъп на ЦЕРН

„Световния ден за обработка на данни“ – W2D2 (World Wide Data Day) е друга форма на международни открити уроци. В този случай, учителите контактуват директно с организаторите в ЦЕРН. Данните се разпределят предварително между учениците и се обработват под формата на домашна работа или друга извънкласна дейност, по преценка на учителя. Учениците анализират ъглови разпределения на мюони (елементарни частици, подобни на електрона) родени в сблъсъците на сноповете на ЛНС. В определен ден провеждат двучасова онлайн връзка с учени от ЦЕРН и ученици от другите страни, където дискутират своите наблюдения и защитават получените резултати.

6. Трудности и натрупан опит

Откритите уроци се случват в реално време и по тази причина провеждането им е съпътствано от някои технически трудности, които са неразделна част от обучението в разрешаване на проблеми. Пример за такъв проблем е временната недостъпност (от няколко минути до часове) на страницата, в която учениците въвеждат техните резултати. Това действа силно демотивиращо на участниците и понякога води до невъзможност до завършване на практическото упражнение. По тази причина, ние създадохме модел на дублираща страница, с помощта на възможностите на Гугъл-документи Тази страница е персонална за конкретния урок и дава възможност за самостоятелно или паралелно въвеждане на данни и статистическата им обработка, виж [4]. Този модел може да бъде използван наготово от учители и ученици за провеждане на практически упражнения, не само в рамките на международните открити уроци, а в удобно за тях време. Освен това, може да бъде използвана и в уроците по информатика като упражнение по статистика в онлайн среда, където се решава конкретна задача.

7. Полза за учениците

Ползата за учениците участващи в международните открити уроци с данни на CMS е очевидна. Учениците имат възможността да работят с изключително актуални данни от един от най-големите световни експерименти Това им дава право да се почувстват адекватни на съвременните процеси на глобализация на световната наука, както и да премерят сили с връстниците си от различни страни. В процеса на работа, те комбинират по естествен начин умения от различни дисциплини, като неусетно се въвличат в практическа ситуация, която трябва да решат сами – умения, необходими не само в природонаучните дисциплини, а и в самия живот. В частност, учениците комбинират елементи от следните дисциплини:

- Математика – пресмятане на маса на частиците;
- Физика – анализ на процеси на разпадане на Хигс, W и Z бозони, запознаване със стандартния модел на елементарните частици, запознаване с устройството на CMS и предназначението на отделните детекторни системи;
- Логика – частична реконструкция на събития и отхвърляне на фонове такива;
- Статистика – обработка на голям обем от данни и статистическа оценка на получените резултати;
- Информационни технологии – работа с онлайн програмата, визуализираща анализирания събития, работа с електронни изчислителни таблици;
- Работа в екип – учениците работят разделени на малки групи, които допринасят за цялостния резултат, както на регионално, така и на международно ниво на упражнението;
- Защита на теза – учениците трябва да обяснят и защитят получените резултати;
- Чужд език – дискусиата с ЦЕРН и останалите участници се води на английски език и в нея участват само ученици и модератори;
- Не на последно място, участието в такива международни открити уроци дават възможност на учениците да се почувстват като граждани на света и да открият своята значима същност в него.

8. Благодарности

Тук е мястото да изкажа моите най-искрени благодарности към съмишлениците и съорганизаторите на международните открити уроци с данни на CMS, без които тези класове нямаше да могат да бъдат реализирани в България. Откритите уроци се организират съвместно от Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика на Българска академия на науките, Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, Народна астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“, Физико-технологичен факултет на Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“ и с подкрепата на проект OSOS (Отворени училища за отворено общество) по Европейска програма Horizon 2020 за научни изследвания и иновации. Международният майсторски клас на ЦЕРН се организира всяка година в рамките на IROG. Искрена благодарност на всички учители – участници и домакини на тези класове.

9. Литература

- [1] CERN, *Open Data Portal*, <http://opendata.cern.ch/>
- [2] The International Particle Physics Outreach Group (IPPOG), <https://ippog.org/>
- [3] International Masterclasses, IMC, <http://physicsmasterclasses.org/>
- [4] CERN CMS Masterclass in Bulgaria 2020 – Svishtov,
<https://indico.cern.ch/event/881077/timetable/?view=standard>, 16.03.2020.

Защо и как да разкрием предизвикателствата, скрити в една стандартна задача

Христо Попов
СУ „Св. Климент Охридски“, София

Абстракт: Апелира се за по-активна индивидуална работа с учениците, проявяващи интерес към природните науки. Решението на една физична задача от материала за 8. клас се използва за илюстрация на възможността за поддържане и развиване на този интерес чрез излизане от рамките на обикновената схема за решаване.

Във всяка гимназия, със сигурност не всяка година и не във всяка паралелка, се появяват ученици, чиито познавателни потребности остават незадоволени от равнището на общообразователната подготовка по физика. Това са бъдещи физици, инженери, лекари и въобще специалисти, спецификата на работата на които изисква задълбочени знания по физика и умения за тяхното практическо прилагане. Причините за това положение са комплексни и не на последно място сред тях е дефицитът на учебно време. Ако отчетем, че, първо, днес вероятността това време да се увеличи е нула, че, второ, масово в гимназиите в 8. – 10. клас не се изучава разширено физика, а в 11. и 12. клас тя не е профилиращ предмет и, трето, че в повечето случаи по обясними причини такъв ученик няма възможност да постъпи в школата на Теодоси Теодосиев, то, за да не го изгубим като бъдещ специалист, трябва да търсим други форми за задоволяване на неговите потребности. Една възможност в това отношение предоставя индивидуалната работа с ученика. (Тук и по-нататък терминът *ученик* се употребява само за такъв, притежаващ качествата и амбициите на потенциален участник в казанлъшката школа.)

За сега решаването на задачи в клас се използва предимно за затвърдяване на знанията и проверка и оценка на уменията за тяхното прилагане. За тези цели е достатъчна най-простата схема за решаване, която завършва с получаването на отговора. Ако тази схема се разтвори, съвкупността на постижимите образователни цели може да се обогати значително, като включи и засилване на интереса към физиката, и развиване на логическото мислене, и запознаване с методи на научното познание, и разнообразяване на междупредметните връзки, и ред други. При сегашните ограничения на учебното време, това нито е възможно при работата в клас, нито е необходимо на всички ученици. То обаче може да се окаже полезно при индивидуалната работа с онези, които бяха визирани по-горе.

Като пример за подобно излизане извън стандартната схема може да послужи решението на следната задача от материала за 8. клас:

Два платнохода K' и K'' плават един срещу друг с постоянни скорости v' и v'' . Когато разстоянието между тях е s_0 , от K' към K'' със скорост v полита гълъб. След срещата с K'' гълъбът, със същата скорост, се връща обратно, пресреща K' , отново лети към K'' и така снове между корабите до срещата им. Колко е изминатият от гълъба път L ?

В неявен вид условието на задачата предполага, че трите скорости изпълняват неравенствата $v' \leq v$ и $v'' \leq v$, т.е. гълъбът* е по-бърз от корабите, защото в противен случай те ще се срещнат, преди той да се върне на K' .

Стандартното решение отчита, че времето t до срещата на корабите не зависи от движението на гълъба, т.е. условието преплита две елементарни задачи:

1. След колко време t се срещат два кораба, които се намират на разстояние s_0 и се движат един срещу друг със скорости v' и v'' съответно?

Решението е почти очевидно: в момента на срещата сумата от пътищата на корабите е равна на началното разстояние ($v't + v''t = s_0$) и търсеното време е $t = s_0/(v'+v'')$.

2. Какъв път L изминава за време $t = s_0/(v'+v'')$ гълъб, летящ със скорост v ?

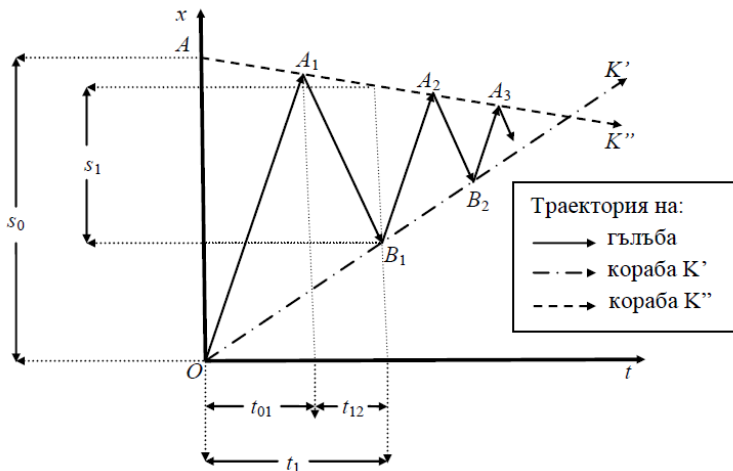
Отговорът е също очевиден:

$$L = \frac{v}{v'+v''} s_0 \quad (1)$$

Какви продължения допуска задачата след получаване на отговора – в случая формула (1)? Отговорът зависи от това, в кой клас е ученикът, с който се работи.

Вариант 1: Ученикът е в 8.–10. клас.

Преди всичко може да се постави въпросът за търсене на друго, нестандартно решение на задачата, например, като движението на гълъба се проследи в детайли.



Фиг. 1 .

* В други версии на условието вместо кораби и гълъб участва муха, летяща между насрещно движещи се влакове. Разбира се, като по-екзотичен този случай е и по-интригуващ, но той е нереален, защото, първо, мухата трудно би изпреварила влак и, второ, гълъбът е както по-бърз, така и по-издържлив в полет от мухата. (В една модерна версия на задачата вместо муха или гълъб би участвал дрон.)

На фиг. 1. са показани траекториите на трите тела: корабът K' и гълъбът тръгват от т. O , а корабът K'' – от т. A , отстояща на разстояние s_0 от т. O . Начупената линия OA_1B_1 представлява първи етап от полета на гълъба. В края на неговата първа част (момент t_{01}) гълъбът среща кораба K'' (т. A_1), след което през втората част на етапа за време t_{12} се връща на K' . В края на първия етап, чието времетраене е ($t_{01} + t_{12}$), разстоянието между корабите е s_1 . Вторият етап (начупената линия $B_1A_2B_2$) е подобен на първия, като различно е само началното разстояние между корабите. Така траекторията на гълъба се разделя на безброй еднотипни, постепенно скъсяващи се етапи.

Сумата от пътя vt_{01} на гълъба и пътя $v''t_{01}$ на K'' през първата част OA_1 на първия етап, е равна на началното разстояние между корабите, т.е.:

$$s_0 = vt_{01} + v''t_{01} \quad (2)$$

От (2) намираме времето до първата среща на гълъба с K'' :

$$t_{01} = \frac{s_0}{v+v''} \quad (3)$$

За това време корабът K' скъсява разстоянието до K'' с $v't_{01} = \frac{v'}{v+v''}s_0$. Тъй като за същото време K'' изминава разстояние $v''t_{01} = \frac{v''}{v+v''}s_0$, при обратния полет ситуацията е като началната, но разстоянието между корабите е не s_0 , а:

$$s'_0 = s_0 - v't_{01} - v''t_{01} = \frac{v-v'}{v+v''}s_0. \quad (4)$$

Следователно времето t_{12} за обратния полет на гълъба до K' и разстоянието s_1 между корабите в края на първия етап ще получим, като във формула (3) и (4) разменим местата на v' и v'' , а s_0 заменим с s'_0 . Така намираме:

$$t_{12} = \frac{s'_0}{v+v'} = \frac{v-v''}{(v+v')(v+v'')}s_0 \quad (5)$$

$$s_1 = \frac{v-v''}{v+v'}s'_0 = \frac{(v-v')(v-v'')}{(v+v')(v+v'')}s_0 \quad (6)$$

От (3) и (5) получаваме общото време t_1 за изминаване на първия етап:

$$t_1 = t_{01} + t_{12} = \frac{2v}{(v+v')(v+v'')}s_0, \quad (7)$$

така че през първия етап общият път на гълъба е:

$$l_1 = vt_1 = \frac{2v^2}{(v+v')(v+v'')}s_0. \quad (8)$$

Търсеният общ път L на гълъба е сума от дължините $l_1, l_2, l_3 \dots$ на всички етапи. За по-голяма прегледност на следващите равенства е удобно да въведем два безразмерни параметъра p и q :

$$p = \frac{2v^2}{(v+v')(v+v'')} \quad \text{и} \quad q = \frac{(v-v')(v-v'')}{(v+v')(v+v'')} \quad (9)$$

С тяхна помощ формулите за времето t_1 (7), за пътя l_1 (8) и за разстоянието s_1 (6) се записват във вида:

$$t_1 = p \frac{s_0}{v}, \quad l_1 = ps_0 \quad \text{и} \quad s_1 = qs_0 \quad (10)$$

Тъй като етапите са еднотипни, изразите за пътя l_2 на гълъба и за разстоянието s_2 между корабите в края на втория етап записваме, като в съответните изрази от (10) заменим индексите „0“ с „1“ и „1“ с „2“:

$$l_2 = ps_1 = pq s_0 \quad \text{и} \quad s_2 = qs_1 = q^2 s_0 \quad (11)$$

По същата логика изразите за величините след третия етап ще бъдат:

$$l_3 = ps_2 = pq^2 s_0 \quad \text{и} \quad s_3 = qs_2 = q^3 s_0$$

и т.н., така че търсеният общ път L на гълъба е:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + \dots = ps_0 + ps_0 q + ps_0 q^2 + ps_0 q^3 + \dots \quad (12)$$

Така стигаме до необходимостта да намерим сумата на безброй много величини – операция, която по математика все още не е изучавана. В случая обаче можем да се възползваме от факта, че всъщност знаем отговора – факт, който позволява да обърнем логиката на разсъжденията и да приравним десните страни на (1) и (12). По този начин ще направим „физичен“ извод на математическа формула, която се изучава в профилираната подготовка по математика в 11. клас [1].

Следвайки този път, от (1) и (12), след отчитане на (9) получаваме:

$$ps_0 + ps_0 q + ps_0 q^2 + ps_0 q^3 + \dots = ps_0 \frac{(v+v')(v+v'')}{2v(v'+v'')} \quad (13)$$

С помощта на (9) дробта в дясната страна на (13) може да се представи във вида:

$$\frac{(v+v')(v+v'')}{2v(v'+v'')} = \frac{1}{\frac{2v(v'+v'')}{(v+v')(v+v)}} = \frac{1}{1 + \frac{2v(v'+v'')}{(v+v)(v+v)} - 1} = \dots = \frac{1}{1-q} \quad (14)$$

и, след съкращаване на ps_0 , от (13) получаваме търсената формула:

$$1 + q + q^2 + q^3 + \dots = \frac{1}{1-q} \quad (15)$$

Сам по себе си този резултат е вече достатъчно впечатляващ: с помощта на една елементарна кинематична задача успяхме „да изведем“ формулата за сума на безкрайна геометрична прогресия!

Разбира се, от математична гледна точка „изводът“ на (15) има своите слаби страни. Преди всичко той не изяснява при какви условия е приложима формулата. (Пример за неприменяемост: за сумата $1 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4 + \dots$ формула (15) дава абсурдният резултат -1 .)

Освен това при прехода от (13) към (15) съкратихме на ps_0 – операция, изискваща прилагане на правилото за изваждане на общ множител пред скоби. За сума от безброй много събираеми обаче това правило също невинаги е приложимо. Като пример отново може да послужи сумата $1 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + 2^4 + \dots$. Ако я означим с x и приложим това правило, получаваме уравнение:

$$x = 1 + 2 + 4 + 8 + \dots = 1 + 2(1 + 2 + 4 + \dots) = 1 + 2x,$$

чието решение е отново абсурдът $x = -1$.

По същата логика, но значително по-лесно извод на (15) може да се направи като се използва апорията на Зенон за Ахил и костенурката [2], защото в този случай се разглежда движението на само две, а не както тук – на три тела.

Вижда се, че нестандартното решение предоставя на учителя разнообраз-

ни възможности за превръщане на задачата в предизвикателство за ученик от 8. – 10. клас. За целта е достатъчно да предложим на ученика първо да реши задачата по стандартния начин, след което да го насочим към нестандартното решение. Той би трябвало самостоятелно да стигне до изразите за $l_1, l_2, l_3 \dots$ и до формула (12). След това, с помощта на учителя, по описания по-горе път трябва да направи прехода от (12) до (15). (Разбира се, математическите умения на ученика трябва да позволяват свободно боравене с изрази от типа на (14).)

С какво подобен начин на разсъждение може да учуди ученика, да събуди интереса му? Преди всичко с „откритието“, че е възможно сумата от безброй много положителни числа да бъде крайно число!

В обсъждането учителят следва чрез споменатите абсурди да обърне внимание на ограничената приложимост на формула (15). Едно очевидно необходимо условие за приложимостта ѝ е например събираемите в сумата да намаляват. Дали то е и достатъчно обаче ученикът, ще научи едва в часовете по математика в 11. клас. Подобни обсъждания безусловно спомогат за развитие на критичното мислене и обогатяват междупредметните връзки с математиката.

Фактът, че нестандартният извод на формула (15) не отговаря на ред въпроси има и своята положителна страна: той показва сложността на проблема и дава възможност на ученика сам да търси отговори. (Такъв например е въпросът защо в едни случаи формула (15) дава смислен резултат, а в други – безсмислен.)

Разгледаният пример показва, че без да използваме термини като безкрайна редица, граници, критерии за сходимост, дори без изобщо да говорим за геометрична прогресия, по най-елементарен начин можем да отворим едно малко прозорче, през което ученикът да надникне в необятния свят на математиката.

Вариант 2: Ученикът е в 11. – 12. клас.

В този случай ученикът познава материала от темата за числови редици в Модул 2 на Учебната програма за профилирана подготовка по математика [1] и във формула (12) разпознава, че става дума за сума на една безкрайна геометрична прогресия с начален член ps_0 и частно q . Чрез неравенствата $v' \leq v$ и $v'' \leq v$ и формулите (9) той проверява изпълнението на условието $0 < q < 1$ и по този нестандартен начин чрез познатата му формула (15) получава отново резултата (1).

Намирането на нестандартното решение, макар и доста по-трудоемко, и в този случай не е самоцелно. Какъв смисъл може да се вложи в него?

Първо, то потвърждава факта, че отговорът на задачата е *единствен* и не зависи от начина на решаване. С други думи потвърждава вътрешната съгласуваност на използваните зависимости, а това твърдение е вече познание от високо равнище, своего рода метапознание.

Второ, нестандартното решение разкрива възможности за търсене отговори на въпроси, непреодолими за стандартното решение. Такъв например е въпросът колко курса ще направи гълъбът между корабите до срещата им в една реална ситуация, в която телата не се разглеждат като материални точки (вж. напр. [3], с. 363, [4]). За получаване на отговора са достатъчни знанията за логаритмичната функция, получени в часовете по математика [5]. Оказва се, че отговорът на този въпрос също е впечатляващ, защото ако скоростта на корабите е примерно 10 m/s, а на гълъба – 20 m/s, при начално разстояние между корабите 9 km, докато се сближат на 30 cm гълъбът ще направи само 4 – 5 курса, а за останалото време до окончателната среща (т.е. за части от секундата) броят на курсовете е безкрайно

голям.

Трета възможност е с помощта на формули, получени в хода на решението да се търси отговор на въпроса за колко време гълъбът ще направи определен брой курсове (или обратно – колко курса ще направи за определено време).

Четвърта е възможността да се обсъди един въпрос, който всъщност няма отговор (или, в зависимост от предпочитанията, може да се таксува като непромерен):

Ако в момента на срещата всяко от трите тела смени посоката на скоростта си на обратната, къде ще се окаже гълъбът, когато корабите се върнат в изходните си точки?

На пръв поглед във въпроса няма нищо особено – логиката подсказва, че щом корабите се върнат там, откъдето са тръгнали, в същия момент и гълъбът ще бъде върху кораба, от който е полетял. Оказва се обаче, че ситуацията е по-сложна: в която от двете посоки да се насочи гълъбът след срещата, той ще изпревари кораба, плаващ в тази посока, и изобщо няма как да стигне до другия кораб, за да се върне. Смяната на посоките на скоростите обаче е равнозначна на смяна на посоката на времето. Тогава възниква далеч по фундаментален проблем: наистина ли законите на механиката са инвариантни по отношение на обратимостта на времето? Този проблем е обсъждан многократно както във връзка с тази задача, така и за подобната ситуация, възникваща при движението на кораб към един от земните полюси по локсодрома (варианти на отговори може да се намерят например в [6] и [7]).

Пета възможност предоставя промяната на условието на задачата, като се разгледа случаят, в който корабите не се срещат, а се достигат и се търси формула, валидна и в двата случая. Възможно е да се анализира и най-общият случай на произволни посоки на скоростите на корабите, но в него разглежданията се усложняват от факта, че корабите могат да се срещнат само при определено съотношение между големините на техните скорости. В този случай траекторията на гълъба вече не е фиксирана, въпреки че изминатият от него път остава определен. Този вариант е подходящ за демонстриране на възможностите на графичния метод [2, с. 372].

От изложеното се вижда, че възможностите за продължаване на работата върху тази задача след получаване на отговора ѝ са многобройни и разнообразни. Сред тях са и търсенето на алтернативни решения, и обсъждане на следствията от отговора, и разглеждане на различни екстремални случаи, и поставяне на допълнителни въпроси, изоставяне на някои опростяващи допускания (напр. идеализации) и мн.др. Те подлежат на изследване и систематизиране.

По такъв начин, продължавайки работата по задачата след намиране на отговора ѝ, можем да я превърнем в малък изследователски проблем, проблем, който поставя пред ученика различни предизвикателства. Ясно е също така, че решението на не всяка задача допуска подобно развитие, но ако учителят прегледа задачите, с които работи, лесно ще открие сред тях подходящи за целта. Те несъмнено притежават голям потенциал за възбуждане на любопитството, за разпалване на въображението, за предизвикване на удивление с елегантността на използваните средства и/или с получените неочаквани резултати. А всичко това в крайна сметка допринася както за поддържане и развиване на интереса към физиката, така и за задоволяване на познавателните потребности на ученика.

В заключение искам отново да наблегна на необходимостта учителят по

физика целенасочено да издирва талантливите ученици и им отделя по-голямо внимание чрез индивидуална работа с тях. Известно е, че докато работата с класа често води до разочарования, заниманията с тези ученици доставят на учителя емоционално удовлетворение и несъмнено представляват интелектуална инвестиция в бъдещето. За да се осъществи обаче едно такова преориентиране на част от вниманието от класната към индивидуалната форма на работа, е необходимо изпълнението на поне две условия: първо, физичната колегия следва да помогне организационно да се намерят начини за отчитане, поощряване и популяризиране на тази дейност на учителите, и второ, специалистите по методика на обучението да помогнат на учителите с конкретни разработки за индивидуална работа с учениците.

Източници:

- [1] Учебна програма за профилирана подготовка по математика, mon.bg/bg/100598.
- [2] [http://www.phys.uni-sofia.bg/~сроров/Almanah-pdf/1 chast/1 metodika/](http://www.phys.uni-sofia.bg/~сроров/Almanah-pdf/1%20chast/1%20metodika/)
- [3] [elearning-phys.uni-sofia.bg/~сроров/125+33 zadachi po fizika.pdf](http://elearning-phys.uni-sofia.bg/~сроров/125+33%20zadachi%20po%20fizika.pdf).
- [4] Попов Хр. Физични задачи – решения с продължения. Използване на графи след решаването на физична задача, Физика: Методология на обучението, 7, (2019), 34–46, <http://physika-bg.org/>.
- [5] Учебна програма по математика за 11. клас общообразователна подготовка, <https://www.mon.bg/bg/100522>
- [6] [http://elearning-phys.uni-sofia.bg/~сроров/Praktikum/zadachi paradoksi.pdf](http://elearning-phys.uni-sofia.bg/~сроров/Praktikum/zadachi_paradoksi.pdf).
- [7] Гарднер М. *Крестики–нолики*, М., „Мир“, 1988.

Изотопната датировка в геофизиката и археологията – път към абсолютната хронология на процеси и събития на Земята и в Цивилизацията

Алексей Стоев¹, Мина Спасова², Пенка Стоева¹

¹Институт за космически изследвания и технологии при БАН

²Институт по философия и социология при БАН

Абстракт: Радиовъглеродният метод на датировка е бил разработен от американския учен Уилърд Либи в края на 40-те години на XX век. За това откритие Либи е удостоен с Нобелова награда по химия през 1960 г. Технологията за радиоактивно датироване е основана на сравнението между концентрацията на естествено срещащите се радиоактивни изотопи и продуктите от техния разпад. Този метод е основен източник за информация на абсолютната възраст на скалите, включително и възрастта на Земята. Също така, той се използва за датироване на вещество, което има естествен или антропогенен произход. В практиката се използват различни разновидности на метода, включително датироване по въглерод 14 (^{14}C), калий – аргон, уран – олово, уран – торий. Радиоактивното датироване дава възможност да се определят геоложки периоди и различни процеси в развитието на Земята и Цивилизацията. Метода става важен източник на информация за възрастта на фосилизирани останки на животни, както и за проследяване на еволюционните промени. Редица данни, получени чрез радиоактивно датироване, се използват при определяне на възрастта на археологически материали от праисторията на Човека.

В доклада е направен опит да бъде представена темата за изотопната датировка в геофизиката и археологията, като възможност за изучаване в различни по тематика кръжоци и школи в средните училища, ЦПЛР и астрономическите обсерватории. Авторите споделят своя опит при изучаването на темата за радиоактивното датироване при приложението ѝ за определяне на възрастта на изсичане на скалите при т. н. скално-изсечени паметници чрез уран-ториевия метод, както и определянето на възрастта на древните монохромни рисунки в пещерата Магура чрез датироване по въглерод 14.

1. Въведение

Сама по себе си, постановката на въпроса за възрастта на Земята е имала фундаментално значение за човека. Още в праисторията, почти всички цивилизации създават богове, които раждат Земята с населяващите я същества от първичния Хаос. Европейската наука, унаследила от античните философи – материалисти принципно нова представа за света. За нея Земята е неразделна част от Вселената, която е „единна, безкрайна и неподвижна... Тя не се ражда и е неунищожима... Тя не може да намалява и да се увеличава“ (Джордано Бруно). Но в края на Средновековието астрономите откриват съществуването на т. н. нови звезди – оказва се, че небето не е абсолютно непроменено! Следователно, са възможни моменти на начало и край на съществуването на Земята и видимата част на Вселената. И ако е така, хората започнали да търсят начин да установят това начало, еволюционния път до сегашния момент и в близко и далечно бъдеще. Всъщност, първоначално хората са били заинтересовани не от възрастта на Земята като

небесно тяло, а от обитаемата част на Земята, т. е. от биосферата.

През 1896 г. А. Бекерел открива явлението радиоактивност. Радиоактивността се оказва ядрена реакция от определен тип, свързана с промяна в комбинацията на протони и неутрони в атомното ядро. По-късно, през 1905 г. А. Айнщайн предложил тезата, че в ядрените реакции масата може да се разглежда като енергия и въвел знаменитата си формула $E = mc^2$, където c е скоростта на светлината. Откриването на радиоактивността обаче, имало още едно следствие – то позволило да се създаде нов метод за определяне на възрастта на планетата, несравнимо по-точен от всички създавани до този момент. Освен това, той прониквал в самото начало на образуване на Земята. Неговата същност се заключавала в следното. Известно е, че атомът на урана е нестабилен – той изпуска енергия, поток частици и след определено време се превръща в атом на оловото. Последният е устойчив химичен елемент, който не преминава през последващи трансформации. Физическата природа на такъв тип реакции е такава, че скоростта на ядрения разпад е абсолютно постоянна, без да се влияе от никакви външни фактори (температура, налягане и др.). Следователно, ако определим експериментално скоростта на промяна за кратък интервал време, то тя може да бъде предказана с голяма точност и за по-продължителен времеви интервал. Така е било определено, че в произволно количество от изотопа на урана – ^{238}U , половината от съставлящите го атоми биха се превърнали в олово за 4,5 млрд. години. По нататък, след 9 млрд. години урана ще остана $\frac{1}{2}$ от половината вече количество, т. е. четвърт и т. н. Този период бил наречен период на полуразпад на ^{238}U .

Така бил създаден радиоизотопният метод за определяне на възрастта на различни естествени обекти, в състава на които се намира определен радиоактивен изотоп. Радиоизотопното датиране се прилага в геологията, минералогията, палеонтологията, археологията и други науки. То е източник на всички абсолютни датировки на различни събития в историята на Земята. До неговото откриване са били възможни само относителни датировки – привързани към определени геоложки ери, периоди, епохи, продължителността на които не била известна с голяма точност. В различните методи за радиоизотопно датиране се използват различни изотопи на химически елементи. Тъй като, те силно се различават по химически свойства (което се отразява на тяхното съдържание в различни геоложки и биологически материали), то техния период на полуразпад ги прави различно приложими за конкретните цели на изследване. Всеки метод се използва само за определени материали и за конкретен интервал време. Най-известните методи за радиоизотопно датиране са: радиовъглероден, калий-аргонов (модификация на аргон-аргонов), калий –калциев, уран-олово, уран – торий, торий – олово методи. За определянето на геоложка възраст на скалите често се използва т. н. хелиев метод. Той използва натрупването на ^4He от алфа активни природни изотопи. Днес са развити и рубидий – стронций, самарий – неодимий, рений – осмий, лютеций – хафний радиоизотопни методи. Освен това, се използват неравновесни методи за датиране, основани на нарушаването на изотопното равновесие в природни радиоактивни редове, в частност йонен, йонен – протактинов, урано – изотопни методи и ^{210}Pb . Съществуват методи, основани на натрупването на промени във физическите свойства на минерала под въздействието на радиоактивно излъчване – т. н. метод на треково датиране и термолуминисцентния метод.

2. Изотопни методи за определяне на възрастта на минералите, скалите и органичните материали

Уранови серии. Първите експерименти за определяне на абсолютната възраст по отношението Pb/U са били направени в САЩ от Б. Болтвуд през 1907 г. За три образеца уранит са били получени стойности за възрастта от 410 до 535 млн. г. Важно техническо изобретение в геохронологията било направено малко по-късно от Ф. Астън през 1927 г., който създава т. н. маспектрометър. Това бил прибор, предназначен за измерване на масата на изотопите. Всичките гореописани методи, основаващи се на радиоактивни превръщания, се подчиняват на закона за радиоактивния разпад.

Този закон описва зависимостта между броя на изотопите в затворена система (минерал, скала) в момента на образуването N_0 и броя на неразпадналите се атоми N_t за време t : $N_0 = N_t e^{\lambda t}$, където λ е константата на разпад (частта от разпадналите се ядра на дадения изотоп за единица време, от общото количество в затворената система). Размерността на λ е в години. От закона за радиоактивния разпад е изведено основното уравнение на геохронологията: $t = 1/\lambda \ln(N_0/N_t + 1)$, където N_0 е количеството на изотопите в крайния продукт от разпада, N_t количеството на радиоактивните изотопи, които не са се разпаднали след време t . По такъв начин, за да определим възрастта на минерала (t), достатъчно е да измерим количеството на началния радионуклид и продукта от неговия разпад – стабилен дъщерен изотоп. Числената стойност на λ за всеки радиоизотоп се определя специално и се взема от таблица при стандартна практическа работа.

Радиовъглеродно датирание. През 1949 г. американецът У. Либи направил революция в датирането, изобретявайки метода на радиовъглеродно датирание на образци от дърво, кост и други органични материали с абсолютна възраст до около 40 000 години. Първоначално той експериментирал своя метод на органични обекти, чиято възраст била известна (египетски мумии). Постепенно той увеличавал възрастта на обектите, намерени по време на археологически разкопки на няколко десетки хиляди години. Днес радиовъглеродният метод за датирание е масово използван в науката, като при това се използва т. н. ускорителна маспектрометрия на изотопа на въглерода ^{14}C . Освен това, количеството вещество взето като проба при датирането може да бъде достатъчно малко. Калибровката на метода, при използването на годишните кръгове на дърветата, коралите, сталактитите, включеното органично вещество в древните ледници, преобразуват тази радиовъглеродна възраст в календарна хронология.

Днес, радиовъглеродното датирание е един от най-масово прилаганият метод за абсолютна хронология на събитията и културите от 40 000 г. назад във времето (късната ледникова епоха) до към 1 500 г. след н. е. С негова помощ ние можем да измерим скоростта, с която се променят локалните култури в различни региони на Земята, и да сравним хронологията на основополагащи събития в историята като възникването на земеделието, появяването на градски цивилизации и др. Трябва да се знае обаче, че когато Либи е формулирал основата на радиовъглеродния метод, то той е предположил неправилно, че концентрацията на ^{14}C в атмосферата е постоянно във времето. Следователно, праисторическите органични обекти биха съдържали такова количество ^{14}C , както и тези които са живи днес. По-късно се разбрало, че магнитното поле на Земята, вариациите на слънчевата активност и космическите лъчи влияят значително на концентрацията

на ^{14}C в атмосферата и живите организми. Това налага хронологичните оценки направени по ^{14}C да бъдат калибрирани и коригирани допълнително по оценки, направени чрез дендрохронологията и други методи. Трябва да се знае, че разликите между радиовъглеродните и калибрираните дати понякога могат да бъдат значителни.

Граници на оценките. Радиовъглеродното датиране има своите граници – около 40 000 години, т. е. късният ледников период и някои по-близки до нас епохи. По-ранното датиране е доста по-трудно! Единствения практически осъществим метод за абсолютна хронология на появяването на човека, ранния палеолит до към 50 000 години пр. н. е. е калиево-аргоновия. Геолозите използват този метод за датиране на скални образци с възраст до 2 млрд. години назад във времето. Калият, един от най-разпространените елементи в земната кора, в естественото си състояние съдържа неоглямо количество радиоактивни атоми на калий – 40. От всеки 100 разпаднали се атома на калий – 40, 11 от тях се превръщат в аргон – 40 (инертен газ), който при формирането на лавата и вулкански скали лесно се освобождава от скалата благодарение на дифузията. По време на кристализацията на вулканската скала, съдържанието на аргон – 40 намалява почти до нула, благодарение на дифузията му. Радиоактивното разпадане на калий – 40 обаче продължава, като периода на неговия полуразпад е 1,3 млрд. години. С помощта на спектрометър, може да се измери концентрацията на аргон – 40, който се акумулирал след образуването на скалата. И тъй като много археологически паметници са били заселени от първите хора в периода, през който е съществувала значителна вулканична дейност, особено в Източна Африка, тези паметници и артефакти могат да бъдат датирани ако свържем лавата с човешките поселения.

3. Използване на радиоизотопната хронология в археоастрономията

От 1981 г. и досега в Астрономическа обсерватория „Ю. Гагарин“ – Стара Загора се провежда обучение по археоастрономия за ученици, учещи в средните училища на Стара Загора и региона. Като част от практическата работа на обучаваните се правят научно-изследователски експедиции до скално-изсечени паметници – мегалитни светилища, пещерни светилища, подмогилни храмове, праисторически календарни записи. Участниците в тях сами изследват и интерпретират измерванията на ориентацията на паметниците и формулират хипотези за техния астрономически характер на използване в праисторията. В програмата на курса влиза и раздел, свързан с изучаването и прилагането на абсолютната хронология на паметника. Причината за това е необходимостта от получаване на допълнителни данни за хронологичните граници на съществуване на праисторическия обект, които да допълнят тези, определени с методите на археоастрономията.

Раздел „Абсолютна хронология“ в годишната програма на курса. Целта на този раздел от програмата е да запознае ученика с комплекса от съвременни методи за абсолютна хронология, които могат да бъдат приложени подходящо при изучаването на конкретния археоастрономически паметник. В това число, подходящи методи за радиоизотопно датиране на околната среда, заобикаляща паметника, определяне на възрастта на геоложките формации там, възрастта на изсичане на скалите от човека, времето на нанасяне на рисунките в пещерите. В

основните задачи, които трябва да изпълни този раздел от обучението, влиза практическо вземане на скални и органични проби, запазване на тяхната лабораторна чистота, пренасянето им до подходящата радиоизотопна лаборатория за нуждите на стратиграфията, палеогеографията и корелацията на данни.

Програмата на раздела „Абсолютна хронология“ има обем 10 учебни часа (от 72 общо за учебната година в курса по археоастрономия)

1. Актуални методи за геохронология при изучаване на СИП. Определяне на основните цели и задачи при относителна и абсолютна геохронология – 2 уч. ч.
2. Методи на абсолютна геохронология използвани при датиране на археоастрономически обекти – 2 уч. ч.
3. Радиовъглероден метод за датиране на пещерна монохромна живопис – 2 ч.
4. Методи на относителната геохронология. Стратиграфски принципи – 2 уч. ч.
5. Основни методи за реконструкция на физико-географската среда в геоложкото минало на Земята и праисторията – 2 уч. ч.

В хода на обучението, трябва да се придобият следните умения:

- да отбелязва различията между абсолютната и относителна геохронология;
- да оценява възможностите за използване на резултатите от радиоизотопните оценки на възрастта на СИП за целите на стратиграфията, палеогеографията и корелацията на данни;
- да използва фактическия материал от радиоизотопния анализ (графики, диаграми и др.) за направа на изводи относно историята на геоложкото минало на региона, сегашното състояние на скалния обект и влиянието върху него на естествени и антропогенни фактори.

В процеса на усвояване на темите, ученикът трябва да разбере и запомни:

- предмета на изследване на всеки радиоизотопен метод;
- значението на всеки метод за хронология на скалните обекти и епохата на тяхната обработка при отделните археологически ситуации и намерени *in situ* артефакти;
- спецификата на определяне на абсолютната и относителна възраст на скалните обекти;
- спецификата на реконструкцията на отделните компоненти на природната среда около паметника;
- общите закономерности при определянето на геохронологичните скали и сравняването им с данните от археоастрономическите реконструкции.

Резултати от практическата работа на учениците. В продължение на почти четиридесетгодишното съществуване на Курса по археоастрономия, бяха осъществени над 25 комплексни археоастрономически експедиции, при които бяха локализирани и проучени 14 отделни скално-изсечени паметника, разположени главно в Родопите, Рила и Пирин, две пещерни светилища (п. Магура и комплекса пещери край с. Байлово) с наличие на монохромна пещерна живопис, съдържаща календарен смисъл и космологичните представи на неолит-

ните и енеолитни общества.

Практически резултати от програмата. Участващите в проучвания курсисти успяха да направят освен необходимите измервания за нуждите на археоастрономическото определяне на възрастта на отделните обекти, да осъществят пробовземане на образци от скалата на четири обекта (СИП – „Белинташ“, край Асеновград, „Тангардък Кая“, край Кърджали, „Ковил“, край Крумовград и „Харман Кая“, край Момчилград) при спазване на всички правила за автентичност и чистота на скалната проба. Същите бяха подложени на радиоизотопен анализ чрез изследване на съдържанието на уран и торий в тях. Бяха определени хронологичните граници на първите изкуствени изсичания на скалата във времето на 3 500 – 3 400 г. пр. н. е., което съвпада с оценката по време, определена с методите на археоастрономията – около 3200 г. пр. н. е.

Също така, бяха взети проби от прилепното гуано, с което са направени фризите от пещерна монохромна живопис в пещерите Магура и тези край Байлово. Беше измерена възрастта на органичния материал на гуаното с радиоизотопния метод на ^{14}C . Лабораторният анализ оцени възрастта на пробите на около 3 100 г., което съвпадна с хронологическата оценка направена по стилистични елементи, описани в календарните фризове (оръдия на труда, транспортни средства, съдове, култови персонажи) – около началото на трето хилядолетие пр. н. е. Същата възраст беше определена и по изследване структурата на калцитни кори, покрили част от монохромните рисунки в Байловските пещери. Оценката на първата калцитна кристализация бе за времето около 3 200 г. пр. н. е. (± 50 години).

Всички резултати по радиоизотопно датиране на скално – изсечени паметници и праисторически рисунки представляват сериозен принос за оценката на хронологичните граници на появяване и съществуване на тези важни за праисторическата наука обекти.

4. Литература

- [1] R. Taylor, J. Martin, Chronometric Dating in Archaeology. Plenum Press. Authoritative descriptions of the major dating methods used for earlier prehistory. For the more advanced reader. New York, 1998.
- [2] R. Taylor, A. Long and R. Kra. Radiocarbon Dating after Four Decades: An Interdisciplinary Perspective. New York: Springer Verlag. Essays on radiocarbon dating that offer an excellent overview of this all-important dating method., 1992.
- [3] Я. Еловичева, Геохронологическите методи изследований: Курс лекций. Мн.: БГУ, – 126 с. 2003.
- [4] Г. Вагнер, Научные методы датирования в геология, археология и история., М., Техносфера, 2006.

Методи за формиране на научна грамотност при изучаване на атомна и ядрена физика в средното училище

*Дамяна Грънчарова, Желязка Райкова
Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Пловдив*

Абстракт: Целта на тази статия е да се опише приложението на някои методи, които могат да бъдат използвани за формиране на основни ключови компетентности и научна грамотност при изучаване на атомна и ядрена физика в училище. Специално внимание е отделено на дидактическите възможности на историческия подход и на дискусиата, чието прилагане при изучаване на микросвета в училищния курс води до положителна нагласа към изучаването на физика и до изграждането на научен светоглед, като компонент на научната грамотност. Приоритетното прилагането на тези методи в учебния процес е свързано с характера на учебното съдържание по атомна и ядрена физика, със сравнително нараналите познавателни възможности на учениците и с голямото социалното значение на някои изучавани явления и приложения. В статията са описани конкретни примери на приложение на тези методи в уроците по физика при изучаването на теми от атомна и ядрена физика.

Keywords: scientific literacy; atomic and nuclear physics; innovative methods;

Природонаучната грамотност е съвременна тенденция в образованието по природни науки, която е насочена към преосмисляне и актуализиране на целите на обучението в посока формиране на знания и умения и компетентности за решаване на реални проблеми. Тези цели са необходимост за всеки човек за успешната му социална интеграция и личностна и професионална реализация. Комплексният и интердисциплинарен характер на тези знания и умения определя мястото им в образованието по природни науки и в частност физика.

Какво представлява научна грамотност?

Въпреки, че има различни определения за научна грамотност, всички те включват използване на научно знание, както и мисленето за лични и обществени цели. Научната грамотност е знанието и разбирането на научни концепции и процеси, необходими за вземане на решения както в личен план, така също и участие в граждански и културни дела, в икономическото и технологично развитие на света. Като цяло научната грамотност, набляга повече на това да може да се прилагат определени концепции, които се наблюдават, и по-малко на това да се запаметят конкретни факти и формули [1].

Научната грамотност може да бъде определена като способност да разбирате и прилагате основни знания за научните процеси и концепции в нашия живот (и нашата професия и т.н.). Може да ни помогне да разберем природата, да анализираме проблеми и явления, да участваме в научна и техническа дискусия, да задаваме въпроси и да оценим чудесата на науката.

За PISA „Научната грамотност е способността да се използват научните знания, за да се поставят въпроси и да се формулират изводи, основани на доказателства с цел да се разбират проблемите и да се помогне при вземането на реше-

ния, свързани с природата и промените, които настъпват в нея под въздействие на човешката активност“ (The Programme for International Student Assessment – PISA).

Според Lederman научната грамотност не е просто познаване на основни научни факти. Нейното определение включва три компонента [2]:

- Първо – знанието. Това включва научни теории, закони и т.н. Съвременните образователни стандарти включват този аспект;
- Второ – научното изследване. То включва познаване на научни методи и разбиране за това как начина, по който се прави науката, влияе върху резултатите;
- Трето – „природата на науката“ (Nature of Science – NOS). Това са характеристиките на научното знание, свързани с неговото развитие (изменението на знанието във времето спрямо новите изследвания, когато е необходимо да се преоценят старите резултати).

Lederman твърди, че последните два компонента – научното изследване и природата на науката, оказват най-голямо влияние върху разбирането за научна грамотност [2].

На основата на използваните определения и описание ние предпочитаме използването на следните *компоненти на научната грамотност* [3]:

- Основни научни понятия, идеи и концепции, които имат **светогледно значение**;
- Знания, свързани с **пътя на научното познание** (планиране, провеждане и анализ на експеримент, поставянето и проверяването на хипотеза, представяне на резултатите, работа с модели и др.). Към тази компонента се включват и пътищата за формиране на **научно мислене**;
- Знания, свързани с познаване **ролята на науката**, нейната същност и на взаимоотношенията между наука, техника и общество.

Някои методи с приоритетно значение за формиране на природонаучната грамотност

Според Grant and Dianne (2011) на учителите се предлагат четири възможни стратегии за формиране и повишаване на природонаучната грамотност в уроците по физика, биология и химия [4], които са свързани със:

- обогатяване на учебното съдържание с научни теми, които предизвикват силен интерес у учениците и/или са предложени от самите ученици;
- по-широко прилагане на изследователския подход при организиране на обучението по природни науки. Учениците да могат да работят критично с източници на информация, си източни на информация, да могат да събират данни, да правят изводи и да представят резултати;
- специално внимание да се отдели на формиране на грамотност за четене на научна, научно-популярна литература. Да се разработят и прилагат подходящо изготвени техники за четене на научна (физична) литература, свързани с лексикалното разбиране, четене на графики, диаграми, таблици с данни.

Наше виждане е, че в условията на формалното обучение по физика преподаването трябва да бъде организирано така, че учениците да имат възможност за извършване на определени научни дейности и целенасочено да бъдат обучавани за същността на научното знание и научния метод. В това отношение ролята

на изследователския метод е главна и общопризната. Наред с този метод ние смятаме, че има и други методи, които ако се ползват целенасочено от учителите представляват мощно средство за изграждане на природонаучна грамотност.

Методите, на които се спрехме и смятаме че са най-удачни за обучението по темите от атомна и ядрена физика са: **историческият метод (исторически подход) и метода на дискусиата.**

Историческият метод (подход) при изучаване на учебното съдържание по атомна и ядрена физика и значението му за формиране на природонаучна грамотност

Методът, на които се спрехме и смятаме, че е удачен за конкретния материал от преподаването на атомна и ядрена физика, е *исторически подход*. [5]

Училищното изучаване на физика има за цел не само формиране на съвременна научна картина за света, но и запознаване с хода на развитието на научните знания. Смятаме, че е методически целесъобразно прилагането на елементи на историческия подход при изложение на учебното съдържание по атомна и ядрена физика.

Историческият метод се интересува, изучава, изследва спецификата на основните теоретико-методологически направления в историята. Методологията на историческата наука формира научно-познавателните предпоставки за изпълнението на конкретните исторически изследвания. [5]

Според Mamlok-Naaman е много важно учениците да разберат, че науката не е определена поредица от знания, а по-скоро е постоянно развиваща се структура. С помощта на историческия метод (подход) се проследява развитието на промените в разбирането за физичния свят от древността до наши дни. Използването на историческите модели в обучението по физика е свързано с обединяването на взаимодействието между утвърдените теории и новите експериментални данни, които влизат в противоречие с тях и които изискват изменение и модифициране на тези теории [6].

Трябва да се отбележи, че връзката между обучението по физика и историческото съдържание на физиката, дава възможност за конкретизиране и усъвършенстване на общонаучните знания, прави теоретичните предложения по-разбираеми и по-лесни за усвояване от учениците. Историческите факти, представени по интересен и вълнуващ начин, оказват силно емоционално въздействие, което допринася за успешното възприемане и усвояване на учебния материал [7].

Задачите за преподаване на основите на училищната физика включват не само запознаване на учениците с научни факти, закони и теории, но и с историята на откриването на законите и развитието на теориите. Прилагането на историческия подход в обучението по физика е свързано с [8]:

- историята на науката дава възможност да се разбере, че физиката е непрекъснато развиваща се наука и обновено поле на човешкото познание;
- използването на елементи от историята на науката ни позволява да разберем как под въздействието на определени практически нужди възникват научни проблеми и протичат научните изследвания;
- историята на физиката дава идеята, че обобщенията, които идват от физиката, се състоят от редица исторически свързани стъпки и че доста голямо време може да премине между генерирането на идея и нейното прилагане на практика;
- историята на науката ни позволява да видим, че научните открития не са дело само на индивиди, а резултат от колективното творчество на учените, дори и

да са живели в различни страни и по различно време.

Историческият подход има силата да направи изучаването на физика интересно и да покаже „човешкото ѝ лице“. Изучаването на физика става достъпно ако оказва въздействие както на интелектуалния, така и на емоционалния свят на ученика. Затова е необходимо да се използва грамотно хуманитарния потенциал на физиката, представен чрез историческия метод, за да се възприемат научните знания не само рационално, но с разбиране за начина, по който се получават и за ролята на учените.

Научните факти предоставени чрез историческия подход имат силно емоционално въздействие, което осигурява успешното възприемане и усвояване на материала. Използването на исторически материал в преподаването на физиката позволява да решим важни образователни проблеми като формирането на научен мироглед, морал, идеологическо убеждение, патриотизъм, интернационализъм и любов към науката.

За да се събуди постоянният интерес на учениците към физиката, е необходимо да се разкрие еволюцията на физическите идеи, механизмът на научното изследване, атмосферата на творческия процес. Историята на физиката, в комбинация с изучавания материал, може значително да увеличи интереса към природните науки, да разшири хоризонтите на ученика и да го насърчи към креативно мислене. Въвеждането на теми с историческа информация няма за цел да натовари учениците с допълнителен материал за запаметяване. Историческият материал има за цел да повиши интереса към предмета физика, той включва работа на ученици с допълнителна литература за историята на физиката и формиране на научен мироглед.

Възможните моменти в използването на исторически подход при изучаването на атомна и ядрена физика се следните [9]:

- *Откриването на явлението „Радиоактивност“.* Това явление се изучава в раздел „Ядрена физика“. Използването на исторически подход при изучаването спомага за формирането на вярна представа за метода на научното познание. Сведенията за откриването на явлението от Бекерел се представят като се подчертава диалектиката на откриването на научната новост. Подходящо е да се цитират изказванията на Содди, че откриването на ново явление (радиоактивността) става „когато му дойде времето“ и според Ръдърфорд, „когато умове са подготвени“ и според Капица „не може да бъде предсказано от предишните теории“;

- *Работата на Мария и Пиер Кюри.* Да се разкаже диаграмата, илюстрираща сложния състав на радиоактивното излъчване (предложена в дисертацията) като част от дисертацията на М. Кюри. Илюстрацията на тази диаграма може да се направи експериментално в училищни условия. Тук е мястото да се съобщят на учениците важни светогледни знания на учените, направили откритието;

- *Откриването на закона за радиоактивния разпад от Фредерик Содди и Ернст Ръдърфорд и създаване на теорията за радиоактивния разпад и формулировка на характеристиките – средно време на живот и период на полуразпад.* Да се разкаже за трудностите, които е преодоляла тази теория докато е призната от научната общност и да се подчертае важноста на експеримента за доказване на истинността на физичните теории;

- *Опитът на Томпсън за откриването на електрона и измерването на за-*

ряда на електрона от Миликен. Запознаване с експериментите, с които е открит електрона и е измерен неговия заряд е по възможностите на училищното изучаване на физика. Това е отново възможност да се формира научна грамотност като се опишат стъпките на научния метод на изследване;

- *Опитът на Ръдърфорд за откриването на атомното ядро и изграждане на планетарния модел.* Описанието на този опит е достъпно за учениците. Препоръчително е да се разкажи за предположенията и теоретичните изводи, които прави Ръдърфорд;

- *Постулатите на Бор.* Запознаване с личността и идеите на Бор е начин да се формира научен светоглед. Изтъква се противоречието между експериментално обосновка модел на атома, направен от Ръдърфорд и класическата теория на излъчването. Подчертава се гениалността на Бор да разбере ограничеността на класическата теория и да предположи съществуването на други закони, действащи в атома, които са различни от класическите. Учениците трябва да се убедят, че щом е невъзможно експериментални факти да се обяснят с известни закони се търсят нови закони. Трябва да разберат, че физичните закони имат граница на приложимост. На всеки етап от развитието на науката всяко знание е непълно и само приблизително вярно отражение на действителността;

- *Закон на Вин.* Обяснението на този закон дава възможност на учителя да запознае учениците със структурата на физическия език – как се работи с графики, диаграми и как се „четат“ формули. Така се разширяват техните знания за природата и структурата на физическото знание, което е компонента на научната грамотност;

- *Макс Планк и неговата константа.* Биографията на Планк е интересна за учениците и пример за ролята на учените, техния характер и граждански морал. Тук може да се запознаят с противоречието между теорията и експерименталните данни, наречено „ултравиолетова катастрофа“. Решаването на това противоречие става чрез формулата на Планк за излъчването на светлината, която е фундамент за създаване на нова физична теория – квантовата. Експерименталната проверка на тази формула доказва нейната вярност и преодолява „ултравиолетовата катастрофа“.

Методът на дискусиата и мястото му в изучаването на темите от атомна и ядрена физика за формиране на природонаучна грамотност

Дискусиата е своеобразна размяна на мнения и идеи в рамките на една тема, за да се постигне по-голяма яснота и по-задълбочено познание. Тя се отличава от обикновения разговор по това, че е внимателно структурирана и проблематиката ѝ е ясно очертана от М. Андреев. Прилагането на този метод е свързан с развитието на интелектуални умения и способности като оценъчно отношение към темата, критичност на мисълта, сравняване, правене на изводи, езиков израз, лично отношение и позиция по въпроса [10]. Дискусиата е една от най-представителните стратегии на активно учене и е подходяща за работа в групи и при прилагане на диференциалния подход.

Дискусиата, които може да се организират при изучаване на темите от атомна и ядрена физика по своя характер могат да бъдат проучвателни и разсъждаваща. Учителят специално внимание трябва да отдели на предварителната подготовка на учениците. В организирането ѝ могат да се използват похватите, характерни за проектния метод. Ангажираността на учителя е свързана с подбора

и препоръката за ползване на подходящи източници.

Възможни теми за дискусия:

- Каква е границата на приложимост на закона за радиоактивния разпад?
- Как да се определи разликата между явленията в атомната физика и тези в ядрената? От атом и излъчен фотон с дължина 600 nm. Коя е причината за това явление? Възможни отговори – а) преход на атомното ядро от възбудено състояние в основно, б) преход на електрон в атомната обвивка към по-ниско енергетично ниво, в) излитане на алфа-частица от ядрото. Отговор: Фотони с дължина на вълната, съответстваща на видимата светлина, могат да се появят само в резултат на прехода на електрона от енергетично ниво с по-висока енергия към енергетично ниво с по-ниска. Гама –квантите, които се появяват при вътреядрени превръщания, имат много по-малки дължини на вълните.)
- Какви са опасностите от ядрената енергетика?
- Какво е бъдещето на ядрената енергетика?
- Какво е бъдещето на атомната физика?
- До каква степен са опасни радиоактивните лъчи?
- Дискусия върху филма „Чернобил“ и документалния филм за катастрофата във Фукушима.

Заклучение

Предложените идеи за прилагане на историческия метод и метода на дискусията са съвместими с учебната програма по физика и астрономия за 10 и 12 клас и са базирани на основни принципи на методиката при преподаване. Тези идеи са от практиката ми на преподаване на физика с фокус върху формиране на природонаучна грамотност. Като допълнение установяваме, че използването на историческия методи и метода на дискусията засилва интереса на учениците да изучават физика, мотивира ги да работят активно, в екипи, да проучват допълнителни информационни източници, да бъдат критични и да изказват мнение.

Литература:

- [1] Shamos, M. H. 1. (1995). The myth of scientific literacy. New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press.
- [2] Lederman, N., (2006) Nature of Science: Past, Present, and Future. Ch. 28 – https://www.oreilly.com/library/view/handbook-of-research/9780805847130/37_chapter28.xhtml
- [3] Райкова Ж., Съвременни тенденции в обучението по физика, Университетско издателство „Пайсий Хилендарски“, 2019, ISBN 978-619-202-441-3
- [4] Ajayi, Victor. (2018). Scientific Literacy. 10.13140/RG.2.2.13345.92009.
- [5] https://bg.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4
- [6] Rachel Mamluk-Naaman, Ruth Ben-Zvi, Avi Hofstein, Joseph Menis and Sibel Erduran; Learning science through a historical approach: Does it affect the attitudes of non-science-oriented students towards science? International Journal of Science and Mathematics Education (2005) 3: 485–507 © National Science Council, Taiwan 2005

- [7] Tharp, R. G., & Gallimore, R. (1988). Rousing minds to life: teaching, learning, and schooling in social context. Cambridge [Cambridgeshire]; New York: Cambridge University Press.
- [8] Чиганашкин В. М., Гуманитарный потенциал школьной физики, Физика в школе, 6/2019
- [9] Удивительная история физики В-С. Кессельман, М. ЭНАС-КНИГА, 2015, ISBN 978-5-91921-163-1
- [10] Андреев М., Процесът на обучението (дидактика), Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, 1996.

Алтернативни модели на обучение по атомна и ядрена физика в средното училище*

Недялка Траянова

Езикова гимназия „Иван Вазов“, Пловдив

Какво е въздействието върху постиженията на учениците ако в клас се прилагат нови за тях подходи? Може ли иновациите да се вляят в класната стая, но да ги използваме по педагогически здрав начин? Много често, когато се обсъжда иновативността в образованието се споменава, че трябва да прилагаме диференцирано обучение. А целта е да предизвикаме интерес и любопитство към науката и STEM дисциплините и при тези ученици, които с лекота усвояват учебното съдържание, и у тези, които са ориентирани към други области на бъдеща реализация. Но как да се постигне това? В настоящата статия споделям някои стратегии на преподаване, които прилагам в работата си – Flipped Classroom и проектно-базирано обучение. Коя бе причината да се ориентирам към тези методи? След входното ниво създадох google classroom за всичките паралелки, на които преподавам. В 12 клас споделих мултимедиен документ с анотация на учебния материал и външните ресурси, които ще използваме. Учениците попълниха формуляр, в който споделиха областите, в които ще се развиват след училище и личните си интереси. Показаха се най-разнообразни и в никакъв случай не преобладаваше STEM направлението. Опирайки се на факта, че днешните ученици добиват знания най-често чрез своите смартфони и лаптопи, реших да персонализирам обучението им по физика. В училище иновативните форми на преподаване се насърчават и това улесни работата ми. В миналото този метод е бил по-трудно постижим поради необходимото време. Сега технологиите много улесниха реализацията му. За мен това стана чрез G Suite за образование и по-точно Google classroom.

Flipped Classroom буквално означава обърната класна стая. Но как се „обръща“ класната стая? Традиционно учителят разказва, учениците записват план на урока и накрая може да им се зададе домашна работа. Така се тества тяхното разбиране. Това е модела „седи, получава, запаметява и регенерира“. В традиционния подход акцентът на преподаването в клас се поставя върху по-ниските познавателни нива като запомняне, разбиране и до известна степен приложение. Тъй като тези познавателни нива включват много малко участие на учениците, обучението има тенденция да бъде пасивно.“ [1].

Подходът Flipped classroom

Същност: При този подход новото съдържание се премества във времето извън класната стая. Така се осигурява възможност да се промени и начина, по който се учи. В къщи се гледа видео с продължителност около 10 минути /практикувахме и урок в Khan academy, чете се статия или книга/. В училище се дискутира и учениците могат да задават своите въпроси или да решават проблеми. Учителят помага да се преосмисли информацията. За учениците ми това бе приемлива форма, в предвид едночасовото обучение по физика в 12 клас. Според

* Докладът не е представен на конференцията

мен най-трудният момент е да се съобрази каква ще е връзката между това, което се прави в къщи и в клас. Тя може да се реализира чрез мултимедия документ в табличен вид – например уеб ресурс /формуляр със списък от понятия, в който учениците отбелязват кои са познати и кои не; времева линия под формата на иконография и т. н./

Когато учениците пристигаха в клас, те бяха *наясно* какво точно ще учат, те се *подготвят* с основно разбиране на темата и са готови да я обсъждат. Изборът на видеоклипове е от решаващо значение за успеха на процеса. Удобството за учениците е, че те по всяко време многократно могат да ги гледат и слушат, за да разберат нова концепция; могат да избират подходяща за тях среда, за да го правят. По време на гледане на видеото на учениците се предоставя като файл – линия на важност /на значението/ Ако се използва линия на важност, то в него се отбелязват ключови понятия. В клас учителят може да накара учениците да създадат мисловна карта, която очертава основните стъпки при производство на електричество в ядрените централи, като се започне с топлинната енергия, получена чрез ядреното делене.

Смени ли се модела на преподаване и изпитване., неминуемо се повишава мотивацията В клас взаимодействието учител-ученик се улеснява. За учебния предмет физика при нас това бе нов начин на взаимодействие, който смее да твърди се осъществи успешно В клас може да се дискутира и да се развиват мисловни умения от по-висок ред според таксономията на Блум – прилагане на анализ и оценка на материала, който се проучва. Може да се практикува групова работа по двойки, отново използвайки технологията. В урока това се осъществи чрез споделен документ с таблица с въпроси.

Електронни тестове се попълват почти всеки час за 10-15 мин. накрая и се следи напредъка. Не се бърза с поставянето на оценки. Правят се грешки, докато се научи.

Подходът е подходящ за използване според мен за всички уроци от атомна и ядрена физика.

Какви технологични умения се налага да има учителя, за да е успешен подходът?

1. Да умее да търси съдържание чрез различни търсачки.
2. Да умее да прави съдържание чрез технология за екранно предаване. Възможно е и ползване на готови видеа, като тези в Khan academy
3. Знания за определен вид хранилище – в моя случай това е Google classroom – виртуална среда за обучение и взаимодействие. Подобни са Edmodo или Office 365. Учениците от даден клас се присъединяват към нея чрез код за достъп. Предоставеното съдържание може да е подредено по седмици или по теми. А учениците чрез инсталирано мобилно приложение го виждат на смартфоните си.
4. Да менажира дейността в час чрез технологиите.

Примерът, който описвам е реализиран като урок „Ядрена енергетика“.

След самостоятелно използване на клипове, учениците могат да:

- Обясват как бавни неутрони могат да се захванат от ядро на уран и то да се раздели.
- Обясняват кои са страничните продукти от деленето на уран.
- Обясняват как протича верижна реакция и да описват изискванията за трайна верижна реакция в определен обем.

• Обясняват какъв е строежа на ядрените реактори, как може да се контролира верижна реакция и как се използва ядрената енергия.

На по-любопитните учениците е предоставен клипа Енергия – запис на лекция Ratio Rooftop Party от 2019 г. Алтернативен вариант е клипа Как работи ядрената енергетика. [3] Време за преглеждане – една седмица, между два поредни часа. Преди да прочетат или да прегледат видеоклипа, те идентифицират доколко са запознати с група от понятия. Реализирах го чрез формуляр. Отговорите се съхраняват таблично и графично. Чрез тях се установяват предварителните знания по изучени явления и се въвежда новата терминология: *атомни електроцентрали, електричество, топлинна енергия, уран, делене, пара, турбини, вал и генератор, ядрени отпадъци*. Влизайки в клас, учителят е наясно с процентното съотношение на отговорите и с проблемните понятия. Стратегията е подходяща, защото визуализират лексиката, с която учениците ще се ангажират, гледайки клипа и четейки текста в него. Добре е да има списък както с познати, така и с непознати понятия, за да може да се разбере връзката между тях. В час учениците обяснят своето разбиране, като използват конкретни примери от текста или видеото. Възможно е и работа по двойки с динамични симулации или анимации, които изследват ядреното делене. Аз предпочитам симулациите, защото те представят явления по разбираем начин. След това, посочена група от класа ще коментира отговорите на друга група и ще ги оцени по три критерия:

- физически вярно написани изречения;
- вярно изображение;
- вярно формулиран извод за въпрос.

Таблица 1.

№	Въпроси	Отговори
1.	Коя частица предизвиква деленето на уранови ядра?	<i>Неутрон; /Коментира се какви неутрони са това./</i>
2.	Коя реакция е верижна?	<i>Ядрената реакция е верижна, когато някои от продуктите от ядрения разпад (т.е. отделените 2 или 3 неутрона) предизвикат деленето на допълнителни ядра. Верижната реакция съществува, ако този процес самостоятелно се поддържа. Необходимо е достатъчно количество ядра да са налице, така че продуктите от всяко делене да могат да се ударят в други ядра.</i>
3.	Защо изотопа U-235 е успешен за верижни реакции?	<i>Дели се на две дъщерни ядра и на няколко неутрона. Самото делена на едно ядро е способно да предизвика реакция в други 2 или 3 ядра U-235. В дъщерните ядра нуклоните са по-здраво свързани, масата и енергията им на покой намаляват. Част от енергията на покой на урана се превръща в кинетична енергия на продуктите на делението. /коментар на учителя/</i>

4.	Кои са условията за протичане на верижна реакция?	<i>Трябва да има достатъчно голям брой делящи се ядра (т.е., U-235). В противен случай, верижната реакция не достига всички ядра. Това съотношение се постига, когато всеки разпад създава средно повече от един неутрон. Това означава, че трябва да има повече от U-235 спрямо U-238. Ядрата на U-235 трябва да бъдат достатъчно гъсто разположени, така че отделените неутрони да ударят друго ядро U-235, преди да ударят стената на контейнера или да преминат през нея навън.</i>
----	--	---

Могат да се добавят и още въпроси: Какво е значението на тази реакция? Как се визуализира? Други групи от класа разглеждат се симулацията „Ядрен реактор“. Учениците обработват ключова информация. Може да се дискутира устно или чрез оформяне на мисловни карти.

- Какво е ядрена централа?
- Каква е целта на урановите пръти в ядрен реактор?
- Каква форма на енергия се произвежда в резултат на ядреното делене?
- Как тази енергия става електрическа енергия?
- Как се използва пара в атомна електроцентрала? Как се охлажда парата?
- Какви отпадъчни продукти се произвеждат от генериране на ядрена енергия? Какво се случва с този отпадъчен материал? Смятате ли, че е необходимо да имате различни източници на енергия за производство на електричество? Защо да или защо?

В тази тема е подходящо и прилагане на стратегията за критично мислене „Проблеми и заинтересовани страни“. Тя помогне на учениците да „разпакова“ спорна тема, като идентифицират проблемите и ключовите заинтересовани страни, които са свързани с темата. А ключови проблеми за ядрената енергетика са:

- аварии
- съхранение на отпадъци
- разходи

Кое прави тази стратегия успешна? Обсъждат се различни гледни точки по темата за ядрената енергетика, обсъжда се защо е важно да имаме научна грамотност по темата. За да демонстрират разбиране, учениците могат да напишат кратко мнение по въпрос, като вземат предвид гледната точка на една от заинтересованите страни. Те могат да споделят свои лични мнения по всеки от въпросите, включително с кои от заинтересованите страни (ако има такива) се идентифицират. Може да се приложи и стратегията – изпълнение на роля на различните заинтересовани страни в следващ час. За учениците с интерес към медиите темата може да се разшири като проект. 20 % от времето през следващия час е за това.

- Виждали ли сте реклами конкретно за ядрената енергия?
- На какво се фокусират тези реклами? Как бихте рекламирали ядрената енергия?

Проблемът „Радиофобия“ – за тези с интерес към психологията.

Дебат „За и против ядрената енергетика“ – за тези, ориентирани се към

правото и икономиката или „Ползите от ядрените технологии“.

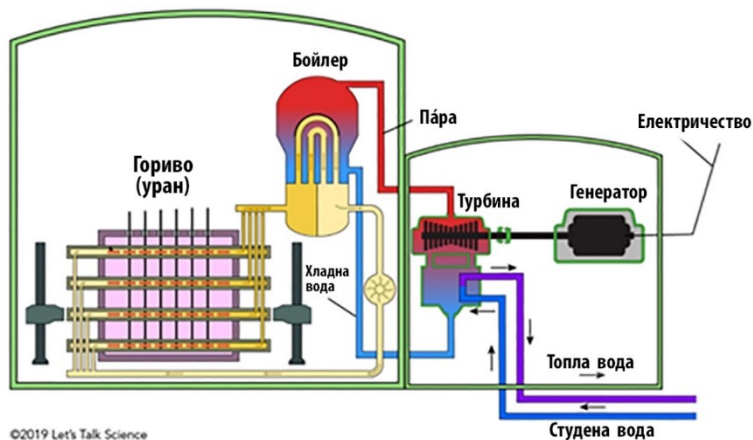
А в час се коментират следните въпроси:

Кои са съставните части на реактор? Какво наричаме активна зона на реактора? С кои вещества се забавят неутроните, за да започне верижна реакция в целия обем? Каква е ролята на регулиращите пръти? От кои елементи са изградени регулиращите пръти? Учителят може накрая да обобщи основните функции на реактора.

Обобщава се наблюдаваната информация. Наличието на контролиращи пръти позволява реакциите да бъдат забавяни или спрени. Прътите от кадмий или бор не позволяват на ядрения реактор да се превърне в ядрена бомба. Те контролират скоростта на разпад на уран в реактора чрез поглъщане на неутроните. Дълбочината им на потапяне в активната зона определя каква част от неутроните се поглъща. Прътите могат да бъдат спуснати за 2 сек. Тежката вода е под налягане 160 atm, за да не кипи. Тя поглъща отделената ядрена енергия. Загрялата вода се използва към парогенератор. Там обикновена вода кипи, превръща се в пара, тя се насочва към турбина, свързана с електрогенератор.

Контактува ли водата в двата контура? Фиг. 1

Не, за да няма изтичане на радиация. Тази, която циркулира в реактора, е с температура 280 до 320 °C, при налягане 160 atm, за да не изври. Тя отдава в парогенератора енергия на вода, която се превръща в пара и задвижва турбините на генератор. Така се осъществява непрекъснато отдаване на топлина.



Фиг. 1 Схема на ядрен реактор [3]

Как се ограничават радионизлъчването?

Циркониеви цилиндри за неразрушимото гориво, което е под формата на таблетки. Те издържат до 1000 °C при евентуална авария. Корпусът на реактора е с дебелина 20 cm, а бетоновите стени около активната зона са 2 m дебели. Регулиращите пръти попадат в реактора за 2 сек., поглъщат неутроните и спират реакцията.

Отработеното ядрено гориво се изважда автоматично и отлежават от 6 до 10 год. във вода. На фона на това се показва чрез Google maps спателитно

изображение на АЕЦ „Козлодуй“. Коментира се числеността на персонала и процентния дял на централата за генерираното електричество в страната – около 30%. Може да се сравни с др. държави – например в Канада атомната енергия генерира 15% от общото количество електроенергия.

Според мен описаният подход е приложим за всички предвидени теми, за-загащи атомни и ядрени процеси и тяхното приложение и значение. Проблемът е малкото предвидени часове. Интересът на всичките ми ученици бе голям и се оказа с най-много проучвания: презентации, фото изложби за аварии, есета и you tube плейлисти в „облака“. Но няма как в рамките на една тема /по новата учебна програма/ да се разгледа задълбочено важноста на атомната енергетика. Много от учениците след 10 клас няма да изучават предмета физика, нито като профилирана подготовка, нито като разширена подготовка от групата на общообразователните предмети. Затова моето предложение е темите, разглеждащи оптични явления да се намалят като брой и реструктурират по съдържание, за сметка на по-детайлно изучаване на атомни и ядрените процеси и приложението на ядрените технологии. Така и отношението на подрастващите към ядрената енергетика би се променило. Например явленията интерференция и дифракция да се изучават в един учебен час, за сметка на темата „Ползите от ядрените технологии“ или дисперсията да се разглежда с отражението и пречупването в един час, за сметка на „Нуклеарна медицина“. Да не се забравя, че правилно поднесена научна информация генерира отношение, което понякога се променя след училище, но не винаги.

Използвана литература:

- [1] <https://www.tataclassedge.com/digital-education-insights/articles/the-flipped-classroom/> (02.2020 г.)
- [2] <https://www.world-nuclear.org/information-library/> (02.2020 г.)
- [3] <https://letstalkscience.ca> (02.2020 г.)

Използване на интерактивни симулации, видеоклипове и анимации в обучението по атомна и ядрена физика в училищния курс

Фабиен Кунис

Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“

Абстракт: Обучението по атомна и ядрена физика в училищния курс е главно съсредоточено в класовете седми и десети клас. Целта на доклада е да покаже различните възможности при използването на интерактивни симулации, видеоклипове, анимации и проектно-базираното обучение в училищния курс по атомна и ядрена физика. Направено е проучване между ученици от седми и десети клас. Разгледано е влиянието в обучението по атомна и ядрена физика в седми и десети клас при използването на интерактивни ресурси и проектно-базирано обучение. Направени са анкети сред учениците с цел да се изследва дали има увеличение на интереса към атомната и ядрената физика при активно използване на интерактивни ресурси и проектно-базирано обучение.

1. Обучението по атомна и ядрена физика в училищния курс в седми и десети клас

Обучението по атомна и ядрена физика в седми клас е поставено в раздела от атома до космоса. От учебната програма по физика и астрономия за 7 клас за общообразователно подготовка виждаме, че целта е учениците да придобият следните знания и умения от учебния курс по атомна и ядрена физика [1,2]. Описва опростено по схема строежа на атома и на неговото ядро (протони, неутрони), деленето на урана и приложението му в ядрената енергетика и посочва източника на енергия в звездите. Сравнява състава и проникващата способност на ядрените лъчения, дава примери за приложението и биологичното действие на лъченията и мерките за опазване на околната среда.

Ако използваме компетентностния подход и новите понятия, които учениците трябва да придобият, имаме следната таблица.

Тема	Компетентности като очаквани резултати от обучението	Понятия
Строеж на атома и атомното ядро	Описва ядрения модел на атома и състава на атомното ядро	Атом, ядро, електрони, протони, неутрони, модел на Ръдърфорд, изотопи, масово число.
Радиоактивност	Разбира и осъзнава явлението радиоактивност. Разграничава ядрените лъчения в зависимост от вида на частиците, които ги изграждат (електрони, хелиеви ядра и гама-лъчи) и сравнява проникващата им способност. Дава примери за приложението и биологичното действие на йонизиращите лъчения.	Радиоактивност, алфа, бета и гама-лъчи

Използване на ядрената енергия	Разбира, че при деленето на урана се отделя енергия, която се използва в ядрените реактори.	Ядрена енергия, уран, делене на ядра, ядрени реактори, атомни централи.
--------------------------------	---	---

Таблица 1. Обучението по атомна и ядрена физика в 7 клас.

В десети клас обучението по атомна и ядрена физика също е поставено в раздела от атома до космоса. От учебната програма по физика и астрономия за 10 клас за общообразователна подготовка виждаме, че целта е учениците да придобият следните знания и умения от учебния курс по атомна и ядрена физика [3,4]. Характеризира микрочастиците с вълни на Дьо Бройл и дава примери за явления, при които се проявяват вълновите свойства на частиците (дифракция на електрони). Обяснява излъчването и поглъщането на фотони, луминесценцията, лазерното и характеристичното рентгеново излъчване с помощта на квантов модел на атома. Описва основни характеристики на атомните ядра, промените в радиоактивните ядра, процесите на делене и синтеза на ядра и дава примери за приложения на ядрените лъчения и енергия, за биологичното действие на йонизиращите лъчения и свързаните с тях рискове и екологични проблеми. Изброява елементарните частици (лептони и кварки) и фундаменталните взаимодействия и дава примери за частици, изградени от кварки. Познава съвременни аспекти на връзката между физиката на микросвета, астрофизиката и космологията (ядрен синтез и еволюция на звездите, Големият взрив).

Виждаме, че в седми клас се оформят първоначалните познания и умения у учениците в областта на атомната и ядрената физика. В седми клас се осъществява „запалването на интереса“ у учениците по атомна и ядрена физика. Докато в десети клас е концентрирано, както качественото, така и количественото, формиране на познания и умения в областта на атомната и ядрената физика. Виждаме, че двете учебни години в седми и десети клас са фундаментални при формирането на знания и умения по атомна и ядрена физика при учениците. Затова трябва да се обърне специално внимание на използваните методи на обучение по физика през тези две години, за да се постигне повишаване на интереса и качеството на придобитите знания и умения у учениците по атомна и ядрена физика.

2. S’Cool LAB

S’Cool LAB е изследователска институция по въпросите на образованието по физика в ЦЕРН, Европейската организация за ядрени изследвания в Женева, Швейцария [5]. S’Cool LAB има изградена ученическа лаборатория, в която учениците се запознават с основните понятия от областта на физиката на елементарните частици. И освен това имат възможност да направят лабораторно упражнение на тема „камера на Уилсън“. В сайта на S’Cool LAB се поддържа изключително богат източник на информация и ресурси за обучението по атомна и ядрена физика. Това е много добър обучителен ресурс, който може да се използва от ученици и учители. Той е подходящ за учениците от различна възраст и с различна степен на познания в областта на физиката. Може да се използва, както като допълнителен източник на информация, така и като източник на теми и проекти за проектно-базирано обучение. На таблица 2 са представени част от темите, които биха могли да се използват от учителите по физика и астрономия в тяхното обучение по атомна и ядрена физика. Темите са с имената на английски език с

цел по-лесното им намиране от страна на учители и ученици в сайта на S'Cool LAB, а в колоната „основна информация“ е краткото описание на български език, като в него са включени и предложения как може да се използват ресурсите.

Тема	Основна информация
Electron Tube – The Basics of Particle Acceleration	Учениците се научават как се постига и как се контролира потока от частици. Научават основните закони и зависимости при движението на електрически заредени частици в магнитни и електрични полета. Получават допълнителна информация за синхротоните.
X-Rays – Medical Applications and Pixel Detectors	Учениците получават допълнителна информация за рентгеновите лъчи. Също така научават за поглъщането на рентгеновите лъчи от материята и се запознават с принципите на работа на флуоресцентния екран и пикселовия детектор.
Positron-Emission-Tomography (PET) – Medical Applications	Учениците се запознават с позитронно-емисионната томография. Научават за основните принципи на работа и основните приложения. Дава се допълнителна информация по частици, анти-частици, анихалация, бета-разпад и др.
Superconductivity – Resistance is Futile	Учениците получават информация за свръхпроводимостта. Научават се да интерпретират графиките на електричното съпротивление от температурата за различните материали. Получават допълнителна информация за ефекта на Майснер и за "Flux-Pinning" ефекта и за използването и приложението на свръхпроводниците.
CERN: A Unique Organisation	Подробна информация за ЦЕРН. Неговата история и най-значимите събития. Много материали за различните експерименти и изследователски центрове. Също така много мултимедийни ресурси от различните експерименти.
The Standard Model Of Particle Physics	Богато съдържание на текст, снимки и видео за стандартния модел на физиката. На сравнително прост език се дава обяснение на учениците за стандартния модел.
Particle Acceleration & Particle Detection	Богато и разнообразно учебно съдържание по ускоряване на елементарните частици и възможностите за засичане и идентификация на елементарните частици. Интересна и богата информация за ускорителите в ЦЕРН и различните детектори, които се използват в ЦЕРН.
Antimatter	Светът около нас е изграден от материя. Но според теорията след Големия взрив би трябвало да има равно количество материя и антиматерия. Но къде е антиматерията? С богато и разнообразно съдържание учениците се запознават с основната теория за антиматерията и експериментите в ЦЕРН, които са свързани с антиматерията.

Dark energy & dark matter	Ние познаваме само 5% от нашата вселена. Другите 95% се състоят от тъмна материя и тъмна енергия. С богато мултимедийно съдържание учениците ще научат съвременните ни представи за тъмна материя и тъмна енергия и експериментите в ЦЕРН, свързани по темата.
ATLAS Magnet Model	Детекторът АТЛАС е най-големият детектор в Голямата коллайдер и една от най-сложните машини, някога построени. Да се обясни на училищно ниво този детектор е изключително трудно. Тук идва този ресурс, който може да помогне в тази задача. Освен това е включена активност по 3D принтиране на тороидалната магнитна система на АТЛАС.
DIY Cloud Chamber	Камерата на Уилсън е един от първите детектори за частици. Днес камерата на Уилсън се използва предимно с образователни цели. Може да се изгради камера на Уилсън с ежедневни материали, сух лед и изопропанол (изопропилов алкохол). В тази активност учениците получават наръчник „Направи си сам“. Освен това получават много информация за това как да направят експерименти с камерата на Уилсън и указания как да интерпретират наблюденията.
DIY Particle Detector	Полупроводниковите детектори се използват широко в ядрената физика и във физиката на елементарните частици за измерване на йонизиращо лъчение. Този проект тип „Направи си сам“ дава възможност на учениците да направят детектор на частици като се използват силициеви фотодиоди. Полученият детектор може да различава различни видове частици (алфа-частици и електрони) и да измерва тяхната енергия между 33 keV и 8 MeV. Детекторът трябва да бъде защитен от пряка слънчева светлина и затова е най-добре да бъде монтиран в малка метална кутия. Изходът на сигнала може да бъде директно свързан с входове на микрофона или слушалките на компютър, лаптоп или смартфон.

Таблица 2. Основна информация за ресурсите в S’Cool Lab.

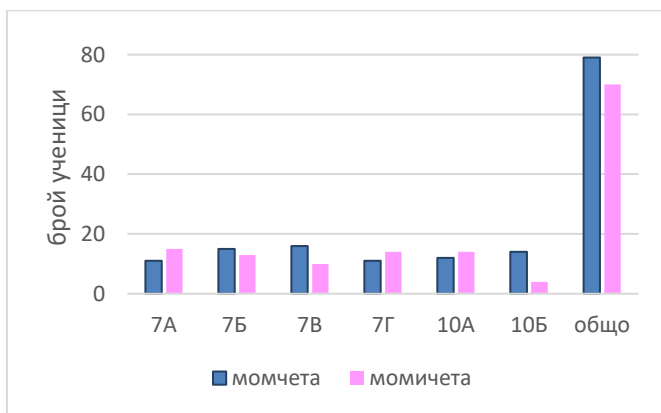
3. Прилагане на ресурсите от S’Cool Lab в учебния процес

В периода от март до юни на 2020 година всички училища в България въведоха дистанционно обучение заради пандемията от Ковид-19. В този период бяха използвани ресурсите от S’Cool Lab в обучението по атомна и ядрена физика в класовете седми и десети клас в 125 СУ „Боян Пенев“. В това изследване се включиха четири класа от седми клас и два класа от десети клас. Броят на участниците беше 149, като от тях 79 са момчета и 70 са момичета. Паралелката 10 Б е математическа и затова в този клас преобладават момчетата. Разпределението по класове е представено на фигура 1. По време на дистанционното обучение учебният процес се проведе в онлайн среда. Уроците се осъществяваха чрез видео конферентна връзка, като се използваше програмата Zoom. По време на обучени-

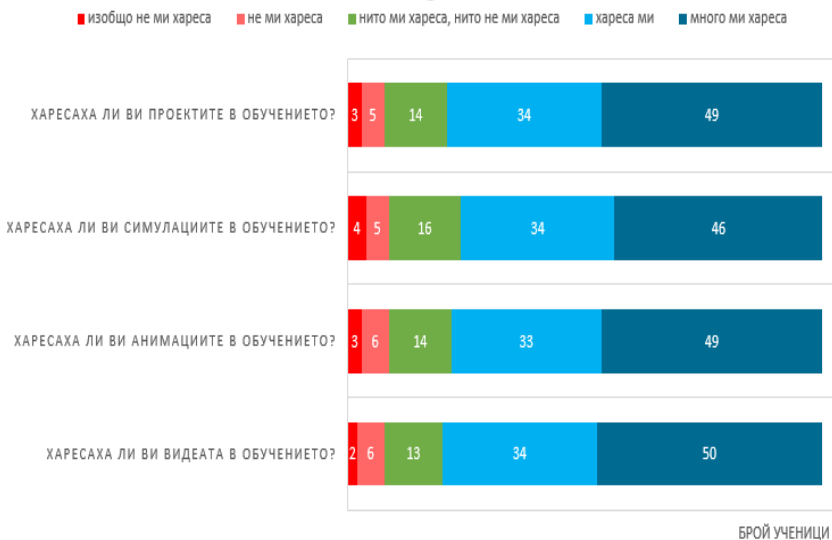
ето се използваха ресурсите от S’Cool Lab при демонстрирането на явленията и процесите изучавани по атомна и ядрена физика за съответния клас. Учениците имаха два проекта базирани на проектно-базираното обучение. Те трябваше да изберат два проекта от предварително подбран списък с подходящи за съответния клас проекти и ресурси. Проектите бяха обикновено изпълнявани в екип от трима ученика. В края на срока учениците дадоха оценка на ресурсите и на проектите. За оценка беше използвана пет степенна скала на Ликърт. Беше използвана следната скала много ми хареса, хареса ми, нито ми хареса, нито не ми хареса, не ми хареса и изобщо не ми хареса. Бяха зададени следните въпроси:

1. Харесаха ли ви видеата в обучението?
2. Харесаха ли ви анимациите в обучението?
3. Харесаха ли ви симулациите в обучението?
4. Харесаха ли ви проектите в обучението?

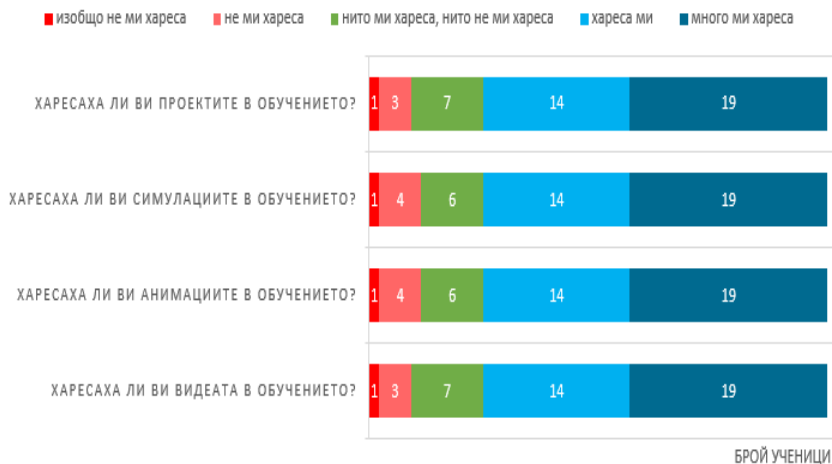
Резултатите за седми клас са представени на графика 2, а резултатите за десети клас са представени на графика 3. Резултатите показват, че и в седми, и в десети клас, имаме силна положителна оценка на използваните ресурси в обучението. По време на анкетата учениците са отговаряли едновременно и на четирите въпроса. Това е причината оценката по отделните ресурси почти да не се различава. На базата на тези резултати не можем да направим ясна диференциация между отделните ресурси, които са били приложени в обучителния процес. От резултатите се вижда, че седмокласниците проявяват по-голям ентузиазъм при използването на видеа, анимации, симулации и задаването на проекти. Тези данни показват, че използването на интерактивни ресурси и задаването на проекти възбужда интереса и се харесва като подход в обучението сред учениците и особено сред по-малките ученици. Следователно използването на мултимедийни и интерактивни ресурси е особено подходящо в прогимназиален етап с цел повишаването на интереса към физиката. Това изследване не дава оценка за ефективността от използването на мултимедийни и интерактивни ресурси при усвояването на знания. Но повишеният интерес е ключов фактор при сформирването на дълготрайни и задълбочени познания в дадена област.



Фиг. 1 Разпределение на момчета и момичета по отделните класове



Фиг. 2 Разпределение на отговорите от седмокласниците



Фиг. 3 Разпределение на отговорите от десетокласниците

4. Заключение

Описаните в този доклад ресурси дават на учителите, преподаващи в седми и десети клас, богат източник на информация и ресурси, които биха могли да бъдат внедрени в обучението по атомна и ядрена физика в седми и десети клас. От направеното изследване следва, че учениците дават силно положителна оценка на тези ресурси в обучението си. Също така се забелязва, че седмокласниците показват по-голям ентузиазъм при оценката си. Това може да бъде използвано от

учителите, които преподават физика в седми и десети клас, като метод за повишаване на интереса и мотивацията на учениците за усвояването на качествени и дълготрайни знания и умения в областта на атомната и ядрената физика.

5. Литература

- [1] Учебна програма по физика и астрономия за 7 клас, МОН
- [2] Мърваков, Иванов, Гайдарова, *Физика и астрономия – учебник за 7 клас*, Просвета, София. (2018)
- [3] Учебна програма по физика и астрономия за 10 клас, МОН
- [4] Мърваков, Иванов, Гайдарова, *Физика и астрономия – учебник за 10 клас*, Просвета, София. (2019)
- [5] <https://scoollab.web.cern.ch/>

Възможност за прилагане на изследователския подход при изучаването на теми от микросвета

Костадина Кацарова¹, Желязка Райкова²

¹Езикова гимназия „Пловдив“, Пловдив

²Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Пловдив

Абстракт: Изучаването на физиката на микросвета представлява интерес за учениците във всички възрасти. Обучението по тези теми в гимназиалния етап е свързано с преодоляването на редица предизвикателства. Прилагането на изследователския подход е начин те да се преодолеят и да се организира съвременно и ефективно изучаване на учебното съдържание по въпросите на ядрената физика и физиката на елементарните частици. Активното учене, при което учениците участват в проучване като използват съвременните технологични достижения, планират и провеждат експеримент, представят получени резултати има място в училищното изучаване на микросвета. В предложената разработка се разглеждат условията и предпоставките за прилагането на изследователския подход при изучаването на теми от микросвета в 10-ти клас.

Изследователският подход е активен подход за учене и преподаване, който поставя учениците в центъра на учебния процес и предполага самостоятелен избор на посока на учене [1]. Смята се, че изследователският подход има потенциал да подобрява разбирането на учебното съдържание по природни науки, да провокира интерес към науката и участие в изучаването ѝ в класната стая и е мощно мотивационно средство [2]. Ученето чрез изследване формира умение самите ученици да правят научни изследвания. Това включва умение да извършват различни дейности, типични за учените: да отговарят на въпроси и да създават модели, използвайки логика и критично мислене, да използват наблюдения и заключения, за да формират изводи и обяснения, базирани на доказателства, да презентират резултатите от опитите си [1, 2, 3].

Този подход може да бъде прилаган в обучението на различни раздели от физиката. Опитът ни досега показва, че той успешно може да се използва при изучаването на темите за звук и за различните източници на светлина. Предизвикателство за нас е изследване на възможностите на този подход при изучаване на темите за микросвета от учебното съдържание по физика за 10-ти клас.

През учебната 2019-2020 е предприето дидактическо изследване с ученици от ЕГ „Пловдив“ с цел да се уточнят възможностите за прилагане на изследователския подход при изучаване на темите „Физика на елементарните частици“. Настоящата статия има за цел да представи някои от идеите и първоначалните резултати от предприетото изследване.

Пристъпването към подобно изследване изисква да се направи анализ на дидактическите особености на темата за елементарни частици. Според нас могат да се направят следните изводи за някои от трудностите при изучаване на темата [4]:

- голям брой нови понятия, свързани с разнообразието от елементарни частици;
- невъзможност да се онагледят явленията и закономерностите чрез физич-

ни демонстрации;

- необходимост от добре осъзнати опорни знания;
- фундаменталният характер на повечето знания не позволява посочване на практическото им приложение.

Предвид характера на това учебно съдържание не е възможно да се организират и проведат практически занятия в училищни условия. Възможно ли да се организира изследване от учениците, свързано с елементарните частици? Наше виждане е, че интернет ресурсите предлагат такава възможност.

Целта на ученическото изследване е задълбочено и ефективно изучаване на знанията, свързани с елементарни частици. Тази цел се конкретизира в следните задачи:

- да се формира у учениците интерес към съвременното научно познание и обществено развитие чрез физичните знания;
- да се затвърдят и разширят знанията на учениците за характеристиките и свойствата на елементарните частици;
- да се запознаят учениците с различни експериментални методи, които са били използвани за откриване и изследване на елементарните частици;
- да се изгради у учениците мотивация за учене и желание за развитие на познанията;
- да се формират умения за критичен подбор на информация, за систематизация на информацията и за презентация.

В настоящата статия описваме възможност да се организира изследователска дейност като се използват фотографии от мехурчести камери, направени в реални физични експерименти, поставени в Интернет. Съобразяваме се с условията, на които трябва да отговаря дадена тема от учебното съдържание, за да бъде подходяща за прилагане на изследователски подход [5], а именно:

- Да е свързана със задължителното учебното съдържание в училище. Избраната тема е насочени към области на компетентност „Електромагнетизъм“, „От атома до космоса“ и „Наблюдение, експеримент и изследване“ и към конкретния очакван резултат *„Изброява елементарните частици (лептони и кварки) и фундаменталните взаимодействия и дава примери за частици, изградени от кварки“* [6].

- Да е подходяща за реализиране на модела „учене чрез изследване“ и да дава възможност да се следва пътят на научното познание – да се осигури симулативна среда за обучение и среща на учениците с учени в лаборатории и университети. Бе планирано посещение на лаборатория по Ядрена физика в Пловдивския университет и Майсторски клас с участието на д-р М. Шопова, работеща по проекти в CERN.

- Да е ориентирана към обществено значим проблем – темата да провокира учениците да осъзнаят обществената ролята на научното знание за просперитета на човечеството. При поставяне на темата се изтъква фундаменталното значение на тези знания и значението ѝ за изграждане на научен светоглед.

На учениците се поставя задача да участват в изследване като екип от учени, които трябва да определят какви частици се наблюдават при взаимодействие, отчетено в мехурчеста камера. Учениците сами формулират своите изследователски въпроси, структурират и следват предложената им процедура, след което съобщават своите заключения и резултати.

Водещата идея в темата за елементарните частици е свързана с фундаменталните закони за запазване във физиката – Закон за запазване на енергията, Закон за запазване на заряда, Закон за запазване на импулса, Закон за запазване на странността, Закон за запазване на барионния заряд, Закон за запазване на лептонния заряд.

Определяне на контекста

В зависимост от конкретните учебни условия е подходящо използване на една или две фотографии, за да стимулира усещането за „реалност“ и учениците да са напълно наясно какво трябва да правят, след като се запознаят с фотографиите. Снимките са автентични и могат да се „свалят“ от подходящи интернет адреси. Ние познаваме и сме използвали следният:

<http://epweb2.ph.bham.ac.uk/user/watkins/seeweb/Bubble.htm#harder206> [7]

Предварителни знания

Необходимите предварителни знания за изпълнение на изследователските задачи са представени в Таблица 1.

Таблица №1

Магнитно поле	Движение на заредени частици в електрично и в магнитно поле	Атомно ядро
Разпознава и определя посоката на магнитните индукционните линии. Дефинира магнитната индукция чрез максималната магнитна сила, действаща на движещ се пробен заряд. Определя големината и посоката на максималната магнитната сила, действаща на движеща се заредена частица и на праволинеен проводник с ток в еднородно магнитно поле.	Описва енергетично движението на заредени частици в електрично поле Описва качествено движението на заредени частици в еднородно магнитно поле. Посочва приложения на снопове ускорени заредени частици в техниката – ускорители и др.	Описва качествено основни характеристики на атомните ядра и на ядрените сили.
Частици	Звезди, галактики, Вселена	Допълнително знание
Знае, че елементарните частици се разделят на две групи – лептони и кварки, а всяка частица има античастица.	Описва по схема ядрения синтез в звездите (протон – протонен цикъл) Описва съвременната теория за възникването и развитието на Вселената.	Импулс, Закон за запазване на импулса, Закон за запазване на странността, Закон за запазване на барионния заряд, Закон за запазване на лептонния заряд.

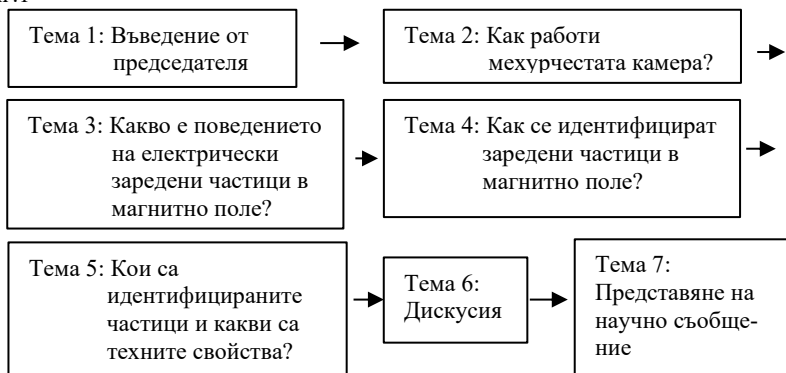
Дейности на учителя

Първоначалните дейности са свързани с предлагане на статии по темата, които са с адаптирано научно съдържание и отговорят на изискванията за научност; разясняване на основни положения относно крайния продукт на изследването – представяне на научно съобщение и преценка на необходимостта да се правят експерименти в различни лаборатории; даване на указания, за ръководене и организиране на учебният процес по-нататък. Тези указания са съобразени с конструктивисткия принцип да не се налагат готови положения и решения, да се дават отговори само на въпроси, поставени от учениците и да им се помага само ако те имат нужда и изискват помощ.

Дейностите по изпълнение на изследователските задачи изискват учителят да аргументира актуалността на проблема и мотивира учениците за изследователска дейност; да въведе учениците в темата и да конкретизира целта чрез задачите, които обсъжда с учениците; да предложи на учениците последователност от дейности, за да се решат формулираните задачи и за да се организира успешно работата по тях. Учениците могат да работят на групи при извършване на изследването като се следват направените препоръки.

На фигура 1 е предложена схема на инструкция от страна на учителя за работата на учениците.

Фиг.1



На учениците се предлага бланка за самооценка и оценка на другите участници в процеса. Попълнените бланки учителят използва при анализиране на работата и поставяне на оценка на учениците.

Дейности на учениците

На учениците се предлага възможността да участват в ролеви модели като учени – теоретици и експериментатори. Те получават подробни примерни указания за дейностите по теми, посочени в инструкцията за работата на учениците, които са препоръчителни по време на занятията и извън тях. Предлага се протокол за провеждане на дискусията, структурата на презентацията, план-сценарий за представяне на презентациите и на продуктите от изследване. Указанията, които учителят дава на учениците представляват по-скоро формулирани въпроси, следвайки отговор на им, учениците се приближават към поставената задача.

- Какво представляват мехурчестите камери?
- За какво се използват?
- Оригиналните снимки могат да бъдат намерени онлайн: <https://cds.cern.ch/record/2307419> [8]
- Отделните групи от учениците избират по една снимка от номера 0206 до 0221
- Поставя се задача да опишат частиците, които са оставили следи на фотографиите.
- За да се помогне да се идентифицират взаимодействията на частиците или техен разпад трябва да се познават някои важни характеристики на оставените в мехурчестата камера следи. Затова на учениците се предлага информация или източници на подобна информация.

Примерни указания за работа със снимка 0206 [9]:

1. Защо радиусът на спиралите, които се наблюдават намалява?

Отговор към снимка 0206:

Електронът, който преминава през атом е под действието на електрична лоренцова и електромагнитна лоренцова сила, която силно го ускорява, защото той има малка маса. При това се губи енергия, защото се излъчва фотон, т.е. електронът губи бързо енергия и импулс, което води до все по-малък радиус.



2. Като се съобразите с импулса на частиците преди и след сблъсъка обяснете защо се е получила друга частица в т. С? Какъв е зарядът на тази частица?

Отговор към снимка 0206:

Според Закона за запазване на импулса в т. С е получена една допълнителна неутрална частица и излъчена наляво от наблюдаваните частици. Тя е неутрална, защото не оставя следа.

3. В т. d е станал разпад и са се получили две частици. Като измерите радиуса за да определите коя от двете има по-голям импулс. Като използвате Закона за запазване на импулса установете първоначалното направление на неутралната частица, която се е разпаднала в d.

Отговор към снимка 0206:

Частицата, която се движи надясно има по-голям импулс. Посоката на не-

утралната частица може да се установи, ако тя се разпадне на две наблюдаеми частици, а не на допълнително неутрални частици. Импулсът на всяка една от получените частици е пропорционална на радиуса на кривината. Импулсът на „родителката“ е векторна сума от импулса на получените две частици и обикновените между посоката на двете частици – продукти. В този случай лежи поблизо до линията тази отрицателна частица с по-голям импулс, която е надясно. Това значи, че неутрална частица е получена вероятно от съседна k^- р реакция, означено с буквата С.

4. Като имате предвид двете частици, които са се движели вляво от т. Е, преценете коя от тях има по-голям импулс. По-слабо отклонената следа е поплътна отколкото другата.

Отговор към снимка 0206:

Броят на мехурчетата е обратно пропорционална на квадрата на скоростта. Следователно двете частици имат и почти еднакви импулси. В тази реакция двете съседни частици имат скорости обратно пропорционални на масите им. Протонът е най-тежката частица, седем пъти по-тежка от π^+ . Следователно по-тъмната следа се дължи на протони.

Прилагането на изследователския подход при изучаване на темите за елементарни частици в 10. клас е в съответствие с познавателната зрялост на учениците и с характера на учебното съдържание по съвременна физика за формиране на физична картина на света. Неговото използване е добра възможност да се изгради положителна нагласа за учене, да се стимулира интереса към съвременната физика и методите ѝ на изследване и да се формират редица социални умения у учениците.

Литература

- [1] Raykova, Zh. Possibilities of the inquiry based approach to build motivation for studying science, *Bulgarian chemical communications*, v 47/special Issue B, p. 508, Sofia. (2015).
- [2] <http://www.pathwayuk.org.uk/what-is-ibse.html> (18.03.2015)
- [3] Райкова, Ж., Кацарова, К., Лавчева, Г., Опит за прилагане на изследователския подход в обучението по физика при изучаване на източници на светлина, *Сп. Физика – методология на обучението*, кн. 1, стр. 56–67, (2015).
- [4] Лавчева, Г., Райкова, Ж. Възможности за преодоляване на дидактически трудности при изучаване на раздела „От атома до Космоса“-10.клас, *Сп. Физика*, бр. 4, София, ISSN 0204-6946. (2011).
- [5] K. Katsarova, R. Kaleva-Levip Application of the scientific research approach in science education in Language School „Plovdiv“, *Bulgarian Chemical Communication*, Volume 47, Special Issue B 2015, pp. 528 – 532, (2015)
- [6] Учебна програма по физика за 10 клас
- [7] <http://epweb2.ph.bham.ac.uk/user/watkins/seeweb/Bubble.htm#harder206> (04.03.2020)
- [8] <https://cds.cern.ch/record/2307419> (04.03.2020)
- [9] <http://epweb2.ph.bham.ac.uk/user/watkins/seeweb/Bubble.htm#harder206> (04.03.2020)

Преходът на Блез Паскал от физика към метафизика – интердисциплинарен урок по физика и астрономия и философия в X клас

*Юлиана Белчева, Лиляна Грозева, Светлана Енева
Средно училище „Свети Патриарх Евтимий“, Пловдив*

В тази статия представям своя педагогически опит при осъществяване на интердисциплинарен урок по физика и астрономия и философия в X клас. Целта на урока е учениците да се запознаят с творчеството на Блез Паскал, блестящ математик и физик, създател на първата сметачна машина, един от основоположниците на хидродинамиката и хидростатиката, който през 1654 година осъществява внезапен преход към янсенизма.

Целият образователен процес е свързан с отделни глобални теми и концепции, които, за да бъдат разбрани, трябва да се преподават взаимосвързано. Акцентирането върху целостта на изучаваното означава използване на различни междупредметни връзки при изясняване на понятията и явленията.

Изграждането на урок върху глобални теми и осъществяването на връзки с другите предмети изисква целенасочени усилия от страна на учителя и екипна работа с останалите колеги. Но усилията си заслужават, тъй като по този начин учениците виждат света в неговата цялост и приложимостта на чисто емпиричните знания и ученето става по-смислено – с по-дълбоко разбиране на учебния материал. Интердисциплинарното обучение улеснява формирането на отделните ключови компетентности и в крайна сметка води и до интегрираното им придобиване.

Използването на иновации в процеса на преподаване и учене, вкл. и технологични, допринася в голяма степен за повишаване на мотивацията за активна работа. Творческите и иновативните подходи изискват разработване на учебните задачи по начин, който стимулира способностите за критическо мислене, екипната работа, творчеството, предприемчивостта, социалната и емоционалната интелигентност, вземането на решения, които се превръщат в основни за 21 век.

Замяната на обучението с учене означава, че е важно не какво учителите знаят и преподават, а какви умения се очаква да придобият учениците и какви резултати следва да постигнат. В това е и същността на обръщането на фокуса на образованието от предметноориентирано обучение към компетентностноориентирано учене. Именно различното разбиране за същността на очакваните резултати и за целите на училищното образование отличава компетентностния подход от „традиционния“. При традиционния подход целите са насочени към онова, което трябва да усвоят учениците в процеса на обучение – понятия, факти, правила и т.н., различайки, че колкото повече знания придобиват, толкова повече се повишава нивото им на образование. Все по-често обаче тези цели не се възприемат от учениците като ценни и това прави усилията им спорадични, а знанията им – нетрайни и в крайна сметка не ги превръща в умения.

В началото на учебната година е важно да се разговаря с останалите учители и да се видят учебните програми по другите предмети за осъществяване на междупредметни връзки. Ключово преди всеки урок е да се определят ясни и

постижими очаквани резултати и подходящи методи.

Най-голямото предизвикателство пред съвременния учител е да вдъхновява учениците си да осъзнаят смисъла от придобиването на умения. Независимо от усърдието си учителят ще остане неразбран, а усилията му – безплодни, ако не превърне целите на обучението в цели и на учениците си, ако не запали тяхното любопитство и интерес да търсят отговори. Затова е необходимо да ги въвлече в избора на теми и образователни ресурси, да обсъдят заедно към какви резултати се стремят и защо, предварително съвместно да дискутират критериите за оценка. Необходимо е да ги насърчава да работят в екип и да ги научи да правят явна преценка на собствения си принос. Необходимо е да ги включва в проектни дейности, където да разгърнат изследователските си умения, да проявят инициативност и творчество и да аргументират позицията си. Успехът до голяма степен зависи от взаимното доверие между учителя и учениците, от уменията на учителя да се опира на познанието и опита на учениците си, да отчита очакванията им, да проявява заинтересованост от работата на всеки от тях, да търси обратна връзка за трудностите и да обсъжда с тях начините за преодоляването им. За измерване на резултатите от обучението е добре да се прилагат разнообразни подходи, методи и инструменти – не само тестове, но и отворени дискусии, игрови методи, индивидуални задачи, проектнобазирано обучение, презентационни подходи, казуси, при които учениците да покажат по-сложни умения и мисловни процеси.

Подготовката на съвместния урок по физика и философия започна през месец октомври и продължи до края на месец януари. Съвместно с колегите по философия разгледахме учебните програми и учебници по физика и философия за девети и десети клас. Подготвихме план на урока и представихме заедно идеята ни пред учениците от X^B клас – паралелка с профил чужди езици, история и философия. 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 представят по интересен за тях начин пред съучениците си по време на съвместния урок. Предложихме им да подготвят общ мултимедийен продукт, който да се използва за онагледяване при представянето на отделните въпроси.

Урокът бе съпроводен с експерименти и анимации, свързани със закона на Паскал, с конструкцията на хидравличната машина и многобройните приложения.

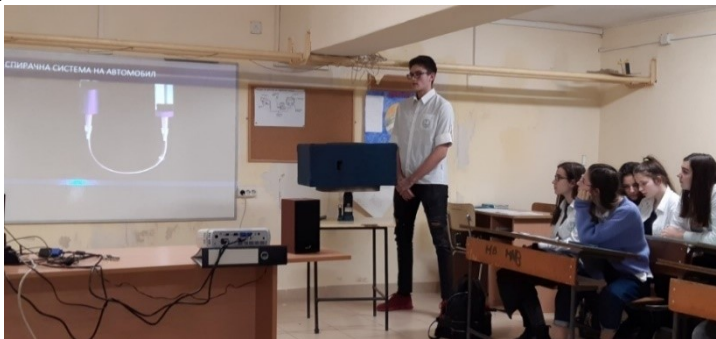
Роден през 1623 година в семейството на любител-математик, Паскал започва да изучава математика и физика на петнадесет години, като напредва изключително бързо. През 1649 година получава кралски патент за създадената от него сметачна машина, като междуременно формулира закона, носещ неговото име и усъвършенства конструкциите на барометъра и хидравличната преса.

Първата група ученици се зае да подготви биографични данни за Блез Паскал, както и да припомни закона, носещ неговото име, изучен в девети клас. Освен това се обърна внимание на създадената от него сметачна машина.

Акцентът в първата част на урока бе поставен на приложенията на закона на Паскал – хидравлични машини, крикове, хидравлични преси, спирачна система на автомобил.

През 1646 година Блез Паскал се запознава с двама учени-монаси от манастира „Пор Роял“, последователи на идеите на Корнелий Янсен. Постепенно

Паскал става все по-близък до кръга на янсенистите и обществото, свързано с „Пор Роял“, като участва с категорична позиция в религиозните спорове от онова време.



През 1654 година Паскал преживява духовен обрат и до смъртта си през 1662 г. се посвещава изцяло на признаването на пълната зависимост на човека от бога. Така Паскал вижда възможността за освобождаването на човека от реалната власт на църквата. [2]

Две събития от живота на Паскал имат решаващо значение за неговия душевен прелом – катастрофата с колесница на моста на Сена и последвалият след няколко дни припадък, когато той изпада в екстаз, в боговдъхновено настроение, обзет от ужас и величие, написва своя знаменит *Мемориал*. Тези две събития определят границата на последвалия отшелнически живот, но по-важното е, че отделят физиката от метафизиката.

Блез Паскал, завещал не само своите изобретения и открития, но и едно дълбоко разбиране за същността на човека. Това разбиране откриваме в неговото съчинение *Мисли*, което Паскал ни оставя като ръкопис, съставен от фрагментарни записки и впоследствие след неговата смърт (Паскал умира на 39 годишна възраст) съчинението е издадено от негови приятели.

В „Мисли“ Паскал прави от апология на християнството една скрита апология на Човека.

Затова втората част на урока бе посветена на философските възгледи на учения и бе проведен под формата на дискусия. На учениците им бяха раздадени

работни листове, които те попълваха по време на урока.

1. Какъв е този Паскалов човек, каква е неговата същност? Какво е човекът?
2. Какво място заема човекът във Вселената?
3. Какво е непостижимо за човека в мислите на Паскал?
4. Може ли, според Паскал, да са налице сигурно познание и абсолютно незнание?
5. Възможно ли е едно качество да бъде същност на човека?
6. Защо Паскал определя човека като величие и нищожество?

Паскал се насочва към „Пор Роял“, воден от своето *credo* янсенизма, привлечен от мъжеството, силата и нравствената чистота на неговите обитатели. На пръв поглед това учение трудно се съчетава с личността на Паскал – то отрича свободата на волята и оставя човека на предопределението. Оказва се обаче, че учението за предопределението стимулира развитието на личността, създава силна вътрешна увереност и енергия на мисълта. Паскал изоставя традиционния път от бога към човека и избира нов – от човека към бога, като слага акцент в своите „Мисли“ върху човека и неговата същност. Човек твори бога по свой образ и подобие, богът е функция на човека.

И до днес Паскал е смятан за красноречив апологет на християнството в неговия вариант – янсенизма като учение в рамките на християнството, което се противопоставя на моралната система на йезуитите.

Според Паскал човекът е *средина*, той се намира на границата между безкрайното и нищото, без да е всичко. Човекът според Паскал е едновременно велик и нищожен. В най-голямата си слабост човек мисли и следователно е велик, а в най-високият полет на мислите си пада под ударите на немислящата сила и следователно е нищожен. Човек трябва да познава двете страни на своята природа.

Между най-силните доказателства за значението на разума във философията на религията на Паскал е неговото знаменито *pari, oblog – за или против бога*. Облогът трябва да аргументира вярата с помощта на разума. Ако бог не съществува, на каквото и да заложи човек, той не печели нищо, но ако бог съществува и човекът заложи на това, той печели всичко. „Ако спечелите, печелите всичко, ако загубите, не губите нищо“ [1]. Този облог е опит вдъхновението и математическия разум да бъдат поставени на везните, но така че в полза на вярата да заговори разума.

Облогът на Паскал поставя два въпроса: дали Бог съществува и трябва ли да вярваме в неговото съществуване.

Въз основа на кратко видео, представящо мисловния експеримент на английския философ Берtrand Ръсел „Космическият чайник“, учениците размишляват върху тези въпроси и от критичната позиция на Ръселовата аналогия между съществуването на чайника и съществуването на Бог.

Има ли разумно основание вярата в съществуването на Бог? Какви аргументи „за“ и какви аргументи „против“ съществуването на Бог бихте могли да формулирате?

Възможни отговори:

Аргументи, които подкрепят съществуването на Бог:

- Бог се разкрива в природата – природата като сложна, съвършена, хармонична трябва да има Създател – Творец. (телеологично доказателство)
- Светът трябва да има начало и това начало е Бог. (космологично доказа-

телство)

- Има многобройни исторически източници (Библията), които доказват съществуването на Бога.
- В съществуването ни има необясними неща. (аргумент, свързан с чудеса – какви примери можем да дадем)
- Бог е непредставим. (мистицизъм)
- **Аргументи, които отричат съществуването на Бог:**
- Бог е всеблаг и не би допуснал наличието на Злото в света. (теодицея)
- В различните култури има множество различни представи за Бог и тези представи възникват от представите на съответната култура.
- Не трябва да има един Бог, биха могли да са повече богове.
- Всичко, което досега можем да обясним в света, можем да го направим и без Бог. Допускането на Бог не обяснява нищо, затова може да се пропусне. (бръсначът на Окам).

С посочените аргументи нито се доказва, нито се опровергава съществуването на Бог. Необходима е преценка на допусканията, за да се отговори на въпроса дали има разумни основания да се вярва в съществуването на Бог или не.

- ✧ Трябва ли да вярваме само в неща, които можем да докажем?
- ✧ Можем ли рационално да решим да повярваме в съществуването на Бог?
- ✧ Искрена ли би била тази вяра?
- ✧ Ако вярата ни дава сила и надежда, то тогава трябва ли да се уповаваме на тази вяра – или не?
- ✧ Какво е за нас Бог? (безкраен Дух, притежаващ съвършени качества – всеблаг, всемогъщ, всезнаещ, идеал за съвършенство, свръхестествена реалност ...)

Например: не е възможно да се докаже с разумни аргументи съществуването на Бог, защото не можем да обхванем Божественото битие с нашия ограничен човешки разум. Емпирични (чрез опита) доказателства има единствено в точните науки и ние познаваме със сигурност единствено това, което ни се явява в сетивния опит – (виждаме, чуваме, помириваме, докосваме ...) Бог не може да ни се яви в опита, затова и не можем да имаме познание за него, затова и Кант определя Бог като метафизична същност – няма как със сигурност да докажем дали Бог съществува или не.

Тези въпроси: *Дали Бог съществува?; Какво е за нас Бог?; Да вярваме ли в Бог?* остават открити, не само защото нямат еднозначен отговор, но и защото се променят и влияят от индивидуалния жизнен опит.

Но като че ли колкото повече човек задълбочава познанието си за света като цяло, за тайните на природата (Айнщайн), неминуемо стига до идеята за Божественото.

Както казва Ясперс: „Един доказан Бог не е никакъв Бог, той би бил само предмет в света?“

Литература:

[1] Блез Паскал „Мисли“

[2] Блез Паскал „Писма до един провинциал“

[3] <https://www.mon.bg/bg/100770>

Атомно ядро – част от невидимия микросвят

*Пенка Василева, Мария Якова
ПППЗЕ „Захарий Стоянов“, Сливен*

Абстракт: Атомната и ядрена физика са раздели от физиката, които са интересни за учениците. Урокът „Атомно ядро“ е мостът между знанията на учениците, получени в часовете по физика и астрономия, както и по химия и опазване на околната среда. Да затвърдим наученото, да обогатим представата на нашите ученици за микросвета. Да разгледаме темата от гледна точка на двете науки – физика и химия, с участието на още две – информационни технологии и история. Да наредим още едно парченце от пъзела на заобикалящия ни свят.

Изложение

Новите технологии се развиват с много бързи темпове, повечето от тях изискват определена специализация, това налага обучаването на специалисти. Професиите на бъдещето са пряко свързани с технологиите, с човешката креативност, с комуникацията и сътрудничеството, това са качества, които компютрите (технологиите) не притежават. Новостите нахлуват непрекъснато в нашия живот. Живеем в технологична ера, затова не ние променяме техниката, а тя нас. Може би приближава времето, когато ние ще бъдем моделирани от техниката. Очакват ни нови и нови открития, формират се професиите на бъдещето. Тези професии изискват интердисциплинарни знания и ключови компетентности на личността. Това налага преход от традиционната система на образование към образователна система, използваща синергетичен начин на разкриване на картината на познанието. Необходимо е границите на учебните предмети да не бъдат така рязко очертани, а леко да се размиват. Това налага използване на нови учебни програми, нови методи, нови подходи, нови форми и технологии, които ще използваме.

Проблемът в нашия урок е: „От какво е направен светът? Какво е скрито в атомното ядро? Каква е връзката му с атомните централи, медицината, технологиите?“

Междудисциплинарната връзка се търси с химията, която обяснява строежа на атомното ядро; с историята, която ни дава исторически факти за всички учени, които са разглеждали строежа на веществото и строежа на атомите; с информационните технологии, които позволяват на учениците да представят проекти чрез технологиите, както и да намерят информация от различни източници. Разработването на интегрирания урок се подготвя от екип от двама учители, които преподават знания „атомно ядро“ от гледна точка на различни предметни области (физика, химия) и двама учители, които помагат на учениците за представянето на техните проекти (информационни технологии и история).

Чрез този урок ученици могат да:

- трансформират знанията си в разбиране, приложение и творчество;
- чрез кооперативно учене да развиват уменията си за общуване;
- обогатят опита си;
- оптимизират дизайна;

- тестват резултатите;
- оценят и коригират решението;
- работят в екип;
- да бъдат активни, любознателни и изследователи;
- работят самостоятелно с различни източници на информация;
- обогатят знанията си по физика, химия, информационни технологии и история;
- изразят аргументирано становището си;
- да използват технологии;
- прилагат на практика получените знания.

В подготовката на урока участваха и учениците от 10б клас.

Разделени на групи – първа група проучи всички учени и философи, които са разглеждали атомното ядро, втора група – изработи макети, трета група – представи опитите на Томсън и Ръдърфорд, четвърта група – систематизира събраната информация и я представи под формата на книжка, а задачата на пета група бе да научи любопитни факти по темата.

Подготовката на урока започна през месец януари и продължи до началото на месец март. Заедно с колегата по химия Мария Якова разгледахме учебните програми и учебниците по физика и астрономия и Химия. Обсъдихме съвместен план, представихме го пред класа. Учениците се разделиха на групи, записаха си източниците и литература и се заеха с поставените задачи.

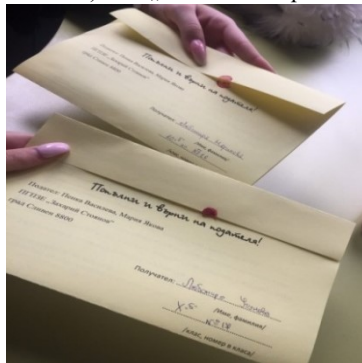
Съвместният урок се състоя в началото на месец март, точно преди обявяването на извънредното положение. На урока присъства ръководството, главният ни учител по математика и старши експерта по природни науки и екология.

Учениците участваха в един различен учебен час, един урок, който им показа, че зад една страничка урок в учебника стои дългогодишния труд на много учени. Екипът ученици беше открил 25 такива учени, но изразиха своето съмнение, че са успели да споменат всички. Нямахме как да пропуснем модела на Ръдърфорд, по-скоро поредицата от неговите експерименти. Специално внимание отделиха учениците на българската следа при тези опити – Елисавета Карамихайлова (1906-1911 година). Човекът повторил опитите на Ръдърфорд – Чадуик (ученик на Ръдърфорд, открил неутрона).

Събрана в малка книжка тази информация събуди интереса на останалите деца. Изработените модели показват строежа на различни химични елементи(и изотопи). По „стените“ на ръчно изработените кутии (от пета група) любопитни факти за атомното ядро и строежа му.

Домашната работа бе изпратена в плик, подписана и подпечатана от учителите. Учениците трябваше да си напишат домашното в плик и да го върнат на подателя.

Учениците намериха пресечната точка между науките, проявиха креативност при намиране на връзката между всички предмети, подредиха събитията в хронологична линия, изработиха и предмети. Влизаха и излизаха в/от ролята на изследователи, рекламни агенти, писатели, историци, учени и най-вече творци.





Моменти от самия урок. Усмивките по лицата на децата говорят красноречиво.

Изследователския подход и методът на проектите обединени от интердисциплинарното обучение поставят учениците в нова, различна позиция. Те придобиват знания чрез рефлексия, развиват умения за самостоятелност, умения за критическо и творческо мислене, решаване на проблеми, анализ и интерпретиране на информация. Учебният процес, учене и преподаване се превръщат в самостоятелно търсене, откриване, систематизиране и анализ на информация. Човешката история както и човешкото развитие следват своя естествен ход, развитието на представите за строежа на атома и веществата, също. Всеки един исторически момент се характеризира с нови идеи, нови теории, нови научни изследвания. Исторически епохи, които са богати на събития са богати и на нови идеи. Това означава, че в развитието на историята и развитието на науката случайни неща няма. Разбирането на същността на явленията и процесите е ролята и значението на изследователския подход. Този подход постига главната задача на образованието – да подготви младите хора да бъдат самостоятелни и да прилагат своите знания.

Методът на проектите е алтернатива на класно-урочната система. Той е средство за активиране на познавателната дейност на ученика, развиване на неговата креативност и формиране на личностни качества у него.

Съчетанието между изследователския подход и метода на проектите позволява да се промени ролята на учениците – те стават активни участници, работят в „скип“. Формира такова конструктивно критично мислене, което не може да бъде постигнато в традиционния урок. Учениците достигат до познание чрез самостоятелни проучвания, аргументират се, последователно и логично планират процесите. Изследователският подход е в основата на интердисциплинарното обучение, а проектното обучение е неговото ядро. Целта е не само да се избере и да се разреши определен проблем, а да се намери и връзката на този проблем с реалния живот.

Литература

- Максимов, М., Русева Г., Физика и астрономия 7 клас, Булвест 2000, 2020/2021 г.
Максимов, М., Димитрова, И., Физика и астрономия за 10 клас, Булвест 2000, По учебната програма за 2020/2021 г.
Кендеров, П., Акад. проф. д.м.н. Петър Ст. Кендеров, Институт по математика и информатика на БАН, „Изследователският подход в образованието – инструмент за по-добра професионална и социална реализация на младите хора“. 2017 г.
Петрова, С., Кои са най-ефективните преподавателски методи в обучението по природни науки? (по данните на PISA 2015) Център за оценяване в предучилищното и училищното образование
<https://www.uni-vt.bg/bul/pages/?zid=182&page=4904> (30.09.2020 г.)
file:///C:/Users/Esprimo/AppData/Local/Temp/pril8_Physics.pdf (30.09.2020 г.)
https://www.researchgate.net/publication/333405375_IZSLEDOVATELSKI_PODHOD_KM_TEHNOLOGIATA_NA_INTERDISCIPLINARNOTO_OBUCENIE (30.09.2020 г.)

Ядрените реакции във Вселената – основа на курса по физика на звездите и Слънцето в школите по астрономия и астрофизика

*Пенка Стоева, Любомира Райкова, Алексей Стоев
Институт за космически изследвания и технологии при БАН*

Абстракт: Ядрената физика позволява да се даде отговор на два важни въпроса – как са възникнали химическите елементи във Вселената, и как са възникнали химическите елементи, от които е образувана нашата Слънчева система и Земята. Тези въпроси лежат в сферата на интереси на ядрената астрофизика, която се занимава със свойствата на ядрата и техните реакции в астрофизическите обекти и процеси в Космоса. Това, заедно с факта, че Вселената се състои от изключително голямо разнообразие на масивни обекти разпределени в огромен обем показва че: а) основния обем е практически изпразнен от вещество (плътност около $1 \times 10^{-18} \text{ kg/m}^3$) и б) основния обем има изключително ниска температура (по-малко от 3 К). Въпреки това, в масивните обекти като звездите от различен клас, където се откриват огромни плътности и температури имаме други условия, водещи до еволюция на веществото. При такива температури и плътности леките химически елементи притежават достатъчно високи скорости за генериране на ядрени реакции. Синтеза на по-тежки химически елементи е резултат от разнообразни ядрени процеси в масивните звездни системи, включително и превръщането им в свръхнови.

В доклада е показана примерна програма за курса „Физика и еволюция на звездите“, преподаван в Школата по астрономия при Астрономическа обсерватория „Ю. Гагарин“, Стара Загора. Курсът има обем 144 часа (четири часа седмично) с разпределение на учебния материал в пет раздела:

1. Разпределение на химическите елементи и изтопи във Вселената
2. Първоначален нуклеосинтез
3. Еволюция на звездите
4. Скорост на термоядрените реакции и звезден нуклеосинтез
5. Физика на Слънцето, термоядрен процес и проблема със слънчевото

неутрино

Курсът е предназначен за ученици в 11 и 12 клас на средните училища в града. В доклада е обсъден варианта за комплекс от самостоятелни работи за обучаваните ученици с голям тематичен спектър, състоящ се от теми за реферативни разработки до теми за изследователски работи с използването на публични бази данни.

1. Въведение

Възрастта на Вселената по съвременни космологически оценки най – вероятно има следната стойност – $(14+1) \times 10^9$ години. Началото на Вселената започва в резултат на гигантски катаклизъм, който днес наричаме Големия взрив. След Големия взрив Вселената се разширява непрекъснато с намаляване на температурата и плътността на синтезираното поради различни физически процеси вещество. Важно доказателство за справедливостта на предположението за Големия

мия взрив е наличието във Вселената на т. н. реликново излъчване, което представлява електромагнитно излъчване с висока степен на изотропност със спектър, характерен за абсолютно черно тяло с температура 2,725 K с плътност на фотоните ~ 400 фотона/cm³).

Някои от по-важните събития от т. н. топлинна история на Вселената могат да бъдат разказани по следния начин. „Всичко“ започва 10⁻⁴³ секунди след Големия взрив. Вселената в този момент има температура 10³² K и нейния обем е бил 10⁻³¹ от сегашният. Веществото се е намирало в неизвестно за нас състояние, под формата на плазма от кварки и глюони. Всичките частици вече са съществували и са се намирали в статистическо равновесие, при което скоростта на образуването на конкретна частица била равна на скоростта на нейният разпад. След това Вселената се разширила, охладила и някои частици вече не били част от статистическото равновесие. В момента 10⁻⁶ сек ($T \sim 10^{13}$ K), фотоните от реликтовото излъчване вече не са могли да поддържат производството на масивни частици и адронна материя, свити в нуклон-мезонен газ. В този момент Вселената се е състояла от нуклони, мезони, неутрони (и антинейтрино), фотони, електрони (и позитрони). Отношението на барионите към фотоните било $\sim 10^{-9}$.

В момент 10⁻² сек. ($T \sim 10^{11}$ K) плътността на Вселената намалява до $\sim 4 \times 10^6$ kg/m³. В тази доминирана от протоните епоха температурата $T(K)$ се определя от съотношението $T(K) = 1,5 \times 10^{10} / \sqrt{t}$, където t е възрастта в секунди. През този период неутроните и протоните се трансформират едни в други чрез слаби взаимодействия. Отношението на неутроните към протоните $n:p$, се определя от разпределението на Болцман. При $T = 10^{12}$ K, $n/p \sim 1$, при $T = 10^{11}$, $n/p \sim 1$ и т.н. При $T = 10^{11}$ K комплексно ядро не може да възникне, защото температурата е още твърде висока, за да бъдат сформирани деутрони. Когато температурата пада до $T = 10^{10}$ K ($t \sim 1$ сек), се прекратява образуването на двойки e^+e^- , тъй като $kT < 1,02$ MeV и съотношението протони – неутрони става $\sim 17/83$. В момент 225 сек. от началото на взрива това съотношение е около $\sim 13/87$, температурата $T \sim 10^9$ K, плътността 2×10^4 kg/m³. В този момент започнали да протичат първите реакции на нуклеосинтез.

2. Програма за курса „Физика и еволюция на звездите“

Примерната програма за курса „Физика и еволюция на звездите. Ядрени реакции във Вселената“, преподаван в Школата по астрономия при Астрономическа обсерватория „Ю. Гагарин“, Стара Загора е представена по-долу. Курсът има обем 144 часа за една учебна година (два часа седмично) с разпределение на учебния материал в пет раздела:

1. Разпределение на химическите елементи и изтопи във Вселената
2. Начален нуклеосинтез
3. Еволюция на звездите
4. Скорост на термоядрените реакции
5. Звезден нуклеосинтез
 - Ядрени реакции;
 - Водородно горене;
 - Хелиево горене;
 - Синтез на атомни ядра с $A < 60$;
 - Синтез на атомни ядра с $A > 60$.
6. Физика на Слънцето

- Термоядрени реакции в слънчевото ядро;
- Проблема със слънчевото неутрино.

Курсът е предназначен за ученици в 11 и 12 клас на средните училища в града. В доклада е обсъден варианта за комплекс от самостоятелни работи за обучаваните ученици с голям тематичен спектър, състоящ се от теми за реферативни разработки до теми за изследователски работи с използването на публични бази данни (главно отнасящи се до наблюденията на Слънцето и активни процеси в неговата периферна структура).

3. Съдържание на курса „Физика и еволюция на звездите“

В този курс (става въпрос за курса „Физика и еволюция на звездите“) е разгледана физиката на процесите, благодарение на които във Вселената са се образували първите химически елементи. Също така, подробно се представят реакциите, които са усложнили тези елементи и са ги превърнали в такива, от които са образувани съвременните галактични структури и телата от Слънчевата система.

В Първата тема *Разпределение на химическите елементи и изтопи във Вселената* се въвеждат знания за факта, че ядрата на химически елементи с четен брой протони са много по-устойчиви, отколкото ядра с нечетен брой протони. Също така, се обяснява и съществуването на слабо устойчиви нечетно-нечетни ядра. Всичко това оказва влияние на разпространението на елементите във Вселената, макар и да съществуват известни изключения. В раздела е показано, че преди Големия взрив Вселената се е намирала в изключително плътно и горещо състояние, което е наречено в астрофизиката *космологична сингулярност*.

Отчитайки знанията на учениците за структурата на атомното ядро, разумно е да се разглежда проблема за разпределението на изотопите във Вселената, а не разпределение на химическите елементи. Първоначално е добре да се покаже, че леки ядра, чиято маса е кратна на 4 имат най-високо разпространение. Добър пример за това е берилия, чието ниско съдържание е свързано с особеностите на неговото създаване при термоядрения синтез.

Също така, именно тук е добре да се покаже, че Слънцето като типична звезда дава най-добър пример за разпространението на изотопите във Вселената. В тази тема именно се демонстрират няколко типични реакции на ядрен синтез, обясняват се характерни детайли в тях свързани с изотопното разпространение на елементите и създаващите ги физични процеси на нуклеосинтез. В раздела се разглеждат процесите, благодарение на които във Вселената се образуват първите елементи и термоядрените и ядрени реакции, които са превърнали тези изотопи в химически елементи, част от които присъстват включително и на Земята.

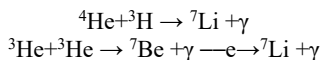
Във Втората тема *Начален нуклеосинтез* се започва с основното доказателство за истинността на идеята за Големия взрив – наличието във Вселената на т. н. *реликтовото излъчване*. То се дефинира като електромагнитно излъчване с висока степен на изотропност и със спектър, характерен за абсолютно черно тяло с температура 2,725 K (плътност на фотоните ~ 400 фотона/см³). Самото описание на развитието на Вселената започва от 10⁻⁴³ секунди след Големия взрив. В този момент Вселената има температура 10³² K и нейния обем е заемал 10⁻³¹ от сегашния ѝ обем. Тук е мястото да се подчертае, че по това време веществото се е намирало в неизвестно за нас състояние, под формата на плазма от кварки и глюони. Всичките частици вече са съществували и се намирали в статистическо

равновесие, при което скоростта на образуване на конкретна частица е равна на нейната скорост на разпадане.

След това, Вселената се разширила, охладила и някои видове частици излезли от статистическото равновесие. В момента 10^{-6} сек ($T \sim 10^{13}$ K), фотоните от реликтовото излъчване вече не са могли да поддържат производството на масивни частици и адронна материя, пресирана в нуклон-мезонен газ. В този момент, Вселената е била съставена от нуклони, мезони, неутрино (и антинеутрино), фотони, електрони (и позитрони). Отношението на барионите към фотоните е било $\sim 10^{-9}$.

Особен интерес представлява времето 100 – 1000 сек. след Големия взрив. В този интервал остава основно излъчването, намиращо се в топлинно равновесие и примесено с малко количество e^- , e^+ двойки и нуклони (протони и неутрони). Образуването на e^- , e^+ двойки спира при температура $T < 10^{10}$ K, тъй като енергията на фотоните става по ниска от прага на образуването на e^- , e^+ двойки (~ 1 MeV). На този етап на всеки неутрон се падат почти 5 протона. Но тази структура е силно нестабилна. При период на полуразпад на неутрона ~ 10 мин., неутроните се разпадат на протон, електрон и антинеутрино. Въпреки това, не тези процеси определят по – нататъшната съдба на неутроните. Поради голямата плътност на неутроните и протоните, те започват активно да си взаимодействат, образувайки леки ядра на d, He, Li. Първоначално, неутрона реагира с протоните и образува ядро на деутерия (енергията на връзката е $\sim 2,23$ MeV). Лесно образувани, ядрата на деутерия лесно се разпадат под въздействието на фотоните на протон и неутрон. Най-ефективно ядрени реакции с образуването на леки ядра започват при температури $< 10^9$ K. В резултат на тези ядрени реакции се образуват химическите елементи ^2H , ^3He и ^4He .

По нататъшни реакции с образуването на ядра с маса $A = 5$ не могат да станат, тъй като не съществува стабилно ядро с $A = 5$ (или $A = 8$). Малко количество ^7Li се образува в реакциите:



Ядрото на ^7Li е слабо свързано и се разрушава бързо, така че, по-нататъшния синтез на по-големи ядра се блокира. Тридесет минути след Големия взрив ядрения синтез се прекъсва. В този момент температурата е $\sim 3 \times 10^8$ K, а плътността ~ 30 kg/m³. Ядрената материя в това време се състои от 76% протони, 34% α -частици, малко деутерий, ^3He и ^7Li . Отношението γ :p е 109:13:87. Отношението p : ^4He :d: ^3He : ^7Li е основна функция на плътността на барионите във Вселената по това време.

Докато времето за синтез на деутерия е съществено по-малко от времето на живот на свободния неутрон, концентрацията на неутроните не се променя и е 15% от пълния брой нуклони. Така стабилните ядра с $A = 5$ и 6 не могат да съществуват реално, а ядрените реакции завършват основно с образуването на d и ^4He . Създаването на ^7Be , ^6Li и ^7Li е $\sim 10^{-9} - 10^{-12}$ части от сумарното количество изотопи по маса. Практически тогава всичките неутрони изчезват, образувайки ядра на ^4He . При плътност на веществото $10^{-3} - 10^{-4}$ g/cm³, вероятността неутрона и протона да не си взаимодействат по времето на първичния нуклеосинтез е 10^{-4} . Тъй като, в началото на един неутрон се падат 5 протона, съотношението между

броя на ядрата ${}^4\text{He}$ и р трябва да бъде $\sim 1/10$, каквото е и наблюдаваното разпределение на елементите в съвременната епоха. Химическите реакции са започнали 10^6 години по-късно, когато температурата е паднала до 2000 K и електроните и протоните са получили възможност да се събират в атоми. По-нататък ядрения синтез е протичал във вътрешността на звездите.

В Третата тема *Еволюция на звездите*, пред учениците се представя тезите, свързани главно с еволюционните трансформации на различните по маса звезди:

- Процес на горене на водорода, в резултат на който се образуват ядра на ${}^4\text{He}$;

- Процес на горене на хелия, като в резултат на реакцията ${}^4\text{He} + {}^4\text{He} \rightarrow {}^8\text{Be}$ се образуват ядра на ${}^{12}\text{C}$;

- α -процес, при който в резултат на последователно захващане на α -частици се образуват ядра на ${}^{16}\text{O}$, ${}^{20}\text{Ne}$, ${}^{24}\text{Mg}$, ${}^{28}\text{Si}$...;

- e -процес, при който при достигане на температура $5 \cdot 10^9\text{K}$ в звездите при условията на термодинамично равновесие протичат голямо количество разнообразни реакции, в резултат на които се образуват атомни ядра, включително до Fe и Ni. Ядра с $A \sim 60$ са и най-устойчивите атомни ядра. Ето защо, с тях завършва веригата от ядрени реакции на синтез, които са съпроводени с отделяне на енергия;

- s -процес, при който ядра по тежки от Fe се образуват в реакции с последователно захващане на неутрони. Последващия β -разпад поредния номер на образуваните атомни ядра. Интервала време между последователните захващания на неутрони е в пъти по-голям от β -разпада;

- r -процес, при който скоростта на последователното захващане на неутрони е много по-голяма от скоростта на β -разпада на атомното ядро, като ядрото успява за захване голям брой

Неутрони и едва след това в резултат на няколко последователни актове на β -разпад се превръща в стабилно ядро. Тук трябва да се обясни, че r -процеси протичат при взрив на Свръхнова звезда;

- p -процес, при който някои стабилни неутронно-дефицитни ядра се образуват в реакции при захващане на протони, в реакции (β - n) или в реакции ставащи под въздействието на неутрино;

- X -процес, в който леки ядра Li, Be, B се образуват в резултат на взаимодействието на космическите лъчи с космическия прах.

Четвъртата тема *Скорост на термоядрените реакции* изисква кратко обяснение на особеностите на термоядрените трансформации в „термалната супа“ по време. Скоростта на превръщане определя тяхната важност в различните етапи. Под термина термомолекулярна реакция се разбира ядрена реакция, в която енергията на взаимни удари на ядрата е термическата енергия в горещия газ. За ядрени реакции в лабораторни условия, скоростта на реакцията е $R = N\sigma\phi$, където R е скоростта на реакцията и има размерност продукт/s, σ – напречното сечение на реакцията (cm^2), ϕ – началния поток от частици (част/s) и N – броя на атомите мишени (атоми/ cm^2).

Петата тема от курса е наречена *Звезден нуклеосинтез*. В нея последователно се изучават събитията след ядрения синтез при Големия взрив, когато възниква Вселената (75% водород, 25% хелий със следи от ${}^7\text{Li}$). Звездния нуклеосинтез еволюира в синтез на химическите елементи, който продължава и днес.

Реализират се главно реакции от следния вид: ${}^1\text{H} - {}^4\text{He}$; ${}^4\text{He} - {}^{12}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}, {}^{20}\text{Ne}$; ${}^{12}\text{C} - {}^{16}\text{O}, {}^{20}\text{Ne}, {}^{24}\text{Mg}$; ${}^{16}\text{O} - {}^{20}\text{Ne}, {}^{28}\text{Si}, {}^{32}\text{S}$; ${}^{20}\text{Ne} - {}^{16}\text{O}, {}^{24}\text{Mg}$; ${}^{28}\text{Si} - A < 60$. Максималната температура на тези реакции достига 5×10^9 K.

Продуктите на тези реакции се разпределят в галактиката по пътя на бавни емисии от червените гиганти или на катастрофични взривове на нови и свръхнови звезди. Този диспергиран материал се кондензира по-нататък във II-ро поколение звезди. Малко по-късно, те образуват I-во поколение звезди, където допълнителните ядрени реакции създават ядра с нечетни A , които се явяват източници на свободни неутрони. Тези неутрони осигуряват протичането на бавни реакции на залавяне на неутрони (в т. н. s -процес), който води до синтеза на ядра с $A > 60$. За първоначален елемент в s -процеса служи изотопа на желязото ${}^{56}\text{Fe}$. Високотемпературните фотоядрени реакции и реакциите по залавяне на бързи неутрони в суперновите звезди завършват списъка на нуклеосинтеза.

По шестата тема *Физика на Слънцето* в курса, на учениците се обяснява факта, че много ядрени реакции, осигуряващи енергия на звездите са съпроводени с емисия на неутрино частици. Предвид малкото сечение на поглъщане на неутрино от веществото ($\sigma \sim 10^{-44} \text{ cm}^2$), те практически не се поглъщат от Слънцето и другите звезди. Ето защо, неутрино е своеобразен прозорец към вътрешността на звездата (и това е основния акцент в темата). Малкото сечение на поглъщане затруднява регистрацията на неутрино и на планетата Земя. Детекторите са регистрирали едва 1/3 от тези, които се очаква да бъдат уловени по стандартния модел. Очакваните потоци на слънчевото неутрино, изискват да се предположи, че 98,5% от енергията на Слънцето произлиза от pp -взаимодействията и 1,5% от CNO цикъла. Поради тези факти, учените говорят за проблемите със слънчевото неутрино. Тези разлики означават, че или слънчевият модел е грешен или съществуват фундаментални грешки при използването на ядрената физика в моделирането.

4. Литература

- [1] Плазменная гелиофизика. В 2 т., под ред. Л. М. Зеленого, И. С. Веселовского. – М.: Физматлит, 2008. – 1 232 с.

Протоколите от учебният експеримент по физика (УЕФ) като инструмент за оценка на научната грамотност на ученика в образователния процес

Николай Цонев¹, Калин Ангелов²

¹Световна младежка академия „ЛИДЕР“, Плевен

²Физически факултет, СУ „Св. Кл. Охридски“, София

Абстракт: Придобиване на Научна грамотност е основния критерий за качеството на образователния процес и подготовеността на учениците за интегриране в обществото във времето на високо технологичния XXI- ви век. На фона на различните нива на Научна грамотност се нуждаем от критерий за оценка на моментното състояние на учениците, за да се очертаят къде и кои пропуски е нужно да се компенсират в следващите класове за постигане на желаното от преподавателя, съобразно изискването на учебните програми, ниво на Научна грамотност [1]. Поставяната като цел *Функционална научна грамотност* е вече недостатъчна, за да гарантира подготовеността на учениците за новите предизвикателства на обществото (и в научната сфера, и в динамиката на обществената организация). Стремещът би трябвало да е към формиране на – *Многофакторна* или поне *Структурална научна грамотност*. Като основен фактор за оценка на моментната Научна грамотност на учениците предлагаме Протоколът от УЕФ, защото именно в него можем да видим как са приложени междупредметните връзки с другите предмети и науки, а оттук и как са овладени основните знания в тях. Така Протоколът от УЕФ се превръща в необходим инструмент по пътя към формиране на желаната Научна грамотност. Реализацията на този подход демонстрираме с изследване върху протоколи от УЕФ, раздел „Физични явления“ по предмета „Човекът и природата“ – 6 клас.

1. Увод

Липсата на интерес към природните науки и конкретно физиката води до задачата за мотивиране на учениците и насърчаването им да увеличат интереса им към тази наука.

Извиненията, че преподавания материал е труден за разбиране, не може да е актуално в XXI-ви век. В този век се намираме на прага на нова техническа революция, за която хората няма да са подготвени без сериозни познания по физика – разработват се квантови компютри, търсят се отговори на въпроса за нестабилността на магнитното поле на Земята (имаме прецедент – Уран губи част от атмосферата си вследствие нестабилност в магнитосферата му, това ли очаква и Земята?). Възможността да се управлява квантовото състояние на атома (или поне разработките в тази посока – Живко Минев) води до преосмисляне значението на Ядрената физика и Атомната енергетика в обучението по физика, а това изисква информирано мнение по този въпрос, а не само неясни изказвания и общи приказки от типа на заклинания на отделни публични личности. Така се появява необходимостта учителите по физика да формират достатъчна съвкупност от знания в учениците, за да подготвят учениците за успешното им внедряване в обществото. От всичко казано дотук следва и отговорът на въпроса „Какво

определя значението на Научната грамотност и защо нейното придобиване е образователна задача?“ [1]

2. Изложение

От учебните програми в 7, 8 и 9 клас се вижда, че акцентът в обучението по физика е в иновативните методи на обучение и експерименталните методи, а междупредметните връзки са в посока „Математика“, „Технологии и предприемачество“ и „Информационни технологии“. Всички тези връзки могат да се реализират ефективно чрез прилагане на Инженерния дизайн (i-STEM обучението) в УЕФ [2].

Интегралния подход неизбежно изисква развиване на Научната грамотност у учениците, за да могат да реализират поставените комплексни задачи. Ако използваме определението на PISA за Научна грамотност като „Способността да се формулират изводи, основани на доказателства“, то отчетът от извършената работа и измервания по време на УЕФ е единствения критерий да направим „моментна снимка“ на нивото на научната грамотност при учениците в съответния етап на тяхната образователна степен. Тези отчети биха могли да покажат и конкретното направление, в което трябва да се развиват знанията на учениците за повишаване на тяхната Научна грамотност. Съществуват четири вида научна грамотност [1]:

- *Нормална научна грамотност* – учениците познават термините и хипотезите, които са с научно съдържание, и могат да правят само наивно обяснение на дадената научна концепция;

- *Функционална научна грамотност*- учениците могат да обяснят научна концепция, но имат ограничено разбиране за нея. Училищното изпитване е на това ниво;

- *Структурална научна грамотност* – учениците развиват лични отношения и се интересуват от изучаването на научните концепции;

- *Многофакторната научна грамотност* – учениците разбират мястото на науката сред другите дисциплини, знаят историята и природата на науката и разбират взаимодействието между наука и общество.

От всичко, цитирано дотук е ясно, че Нормалната и функционалната научна грамотност вече не трябва да са приоритет в съвременното училище поради причините, че: При първата достигането до нивото на основните понятия и термини не е предпоставка за пълното разбиране на света, а при втората мястото на науката се разглежда като моментна снимка в настоящето и не подготвя учениците за възможните и предстоящи промени в научните концепции. Това определя необходимостта да се стремим към *Структурална* и *Многофакторна* научна грамотност, за да подготвим учениците за Технологичния век, в който се налага да живеят.

Преди да се насочим към достигане на *Структурална* и *Многофакторна* научна грамотност е нужно да открием инструмент, с който да извършваме оценка за наличието или липсата на *Нормална Научна грамотност* и *Функционална Научна грамотност*, след което да се насочим да изграждаме *Структурална* и *Многофакторна* научни грамотности, към които се стремим. Инструментът, който предлагаме е Протоколът от УЕФ, защото в него се реализират основните междупредметни връзки, които вече споменахме (с Математиката, Технологиите и Информационните технологии). По качеството на изпълнение на отделните

елементи от Протокола бихме могли да оценим нивото на овладяване на съответните предмети и доколко учениците умеят да ги прилагат при реализиране на конкретна научна концепция. Наличието на такива способности определя нивото на Научната им грамотност на ниво между Функционална Научна грамотност и Структурална Научна грамотност. При невъзможност да се оформят протоколи в задоволително състояние и непълни математически изчисления и обработки се достига до ниво Нормална Научна грамотност. Така вече имаме диференцирани нива на Научна грамотност, за които имаме инструмент за определяне.

Интересно е, че някои учени са така фиксирани в тясната си научна област, че на тях не им е нужна Научна грамотност. Но главна задача в училище е духовното производство не на учени, а на учаци се хора [3]. След като вече уточнихме критериите скала за определяне на моментното ниво на научна грамотност, би трябвало да определим в кой етап от училищното образование е подходящо извършване на тази оценка. Изборът ни на 6 клас е по две основни причини: 1. До 6 клас природните науки се изучават под формата на компилация от набор от теми, целящи формиране на *Функционална научна грамотност*, предмет „Човекът и природата“; 2. От следващия 7-ми клас природните науки се разделят в отделни предмети, което би помогнало за успешното компенсиране на натрупаните пропуски и надграждане на нови знания за достигане на *Структурална* и *Многофакторна научна грамотност*. Също така започвайки от 6 клас да създаваме отчети за свършената практическа работа в час ние стимулираме навиците за извеждане и формулиране на изводи след всяко наблюдение, свързано с природните науки.

Пример за този подход (използване на протоколи от УЕФ) сме разгледали в следващата глава заедно с получените статистически резултати от това.

3. Протоколът от УЕФ като фактор за реализацията на учебните програми и оценка на Научната грамотност у учениците в 6 клас:

Протокол ще наричаме писмен отчет, отразяващ резултатите от експерименталната работа в час и съдържащ описание на последователността на изпълнените действия. Целта е оценка на Нивото на Научната грамотност на учениците.

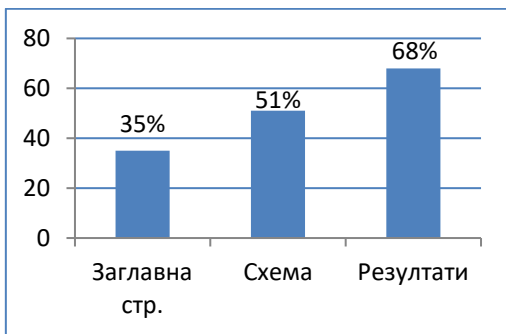
Изследването и статистиката от резултатите обхваща протоколите на 128 ученици по предмета „Човекът и природата“ от 6 клас в СУ „Иван Вазов“ – гр. Плевен. Общият брой протоколи е 356 на упражненията: „Механични предимства на лостове и макари“ и „Измерване на плътност“ Критериите за пълнота на протокола отразяват изпълнението на междупредметните връзки, цитирани по-горе: 1. Изработване на схема, скица (оформяне на схема на опитната постановка) – връзка с „Технологии и предприемачество“; 2. разчитане и интерпретиране на информация, представена с графики, таблици (оформяне на таблици с резултати от измерванията)- връзка с „Информационни технологии“; 3. използване на числа и аритметични действия (събиране, изваждане, умножение) – изчисляване и обработка на резултатите от измерванията, коефициент на редукция, плътност и т.н. междупредметна връзка с „Математика“ [4]; 4. Оформление на документ – заглавна страница – връзка с „Български език“.

Резултатът от изследването на целевата група ученици показва, че 79 от протоколите, които представляват 22%, от всички протоколи, съдържат поне два от поставените елемента. От тези протоколи 31, или 12 % са оформили едноре-

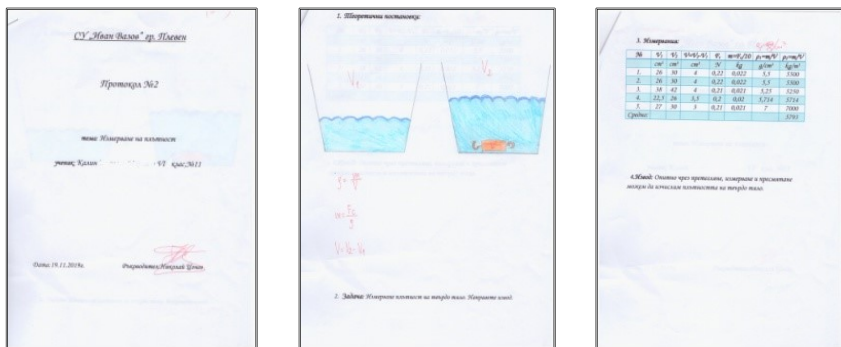
менно заглавната страница, схемата на упражнението и описание на получените резултати. На Диаграма. 1. (фиг.1) са процентите на протоколите, съдържащи добро описание на съответните елементи. Прави впечатление, че описанието на резултатите от измерванията по време на УЕФ са добре оформени при повече от 2/3 от пълните протоколи, което доказва, че и в 6 клас има място поставяне акцента върху експерименталната дейност. Използвайки този подход и в следващия 7 клас, бихме могли да очакваме изработване на навици за работа в експериментална среда още преди гимназиалния курс. Изискването е само учителите да проявят достатъчна настойчивост и упоритост да изискват протоколи от проведените практически упражнения, но желателно е те да се реализират на повече от едно работни места. Страничен ефект от протоколите е, че се забелязват и някои дефицити по други предмети: напр. Само 35% са оформили правилно „Заглавната си страница“; Само 3-ма ученици (или по-малко от 3%) са използвали компютър за оформяне на протоколите си както е показано на Фиг.2, при условие, че съществуваше опция да ги изпратят по Електронна-поща в електронен формат. За оформилите и 3-те елемента, можем да кажем, че откриват Структурална Научна грамотност – 12%. Тогава за Функционална Научна грамотност остават 10% (22%-12%) като това са тези, оформили поне 2 от изискваните елементи – 22%, но не оформили и 3-те елемента – 12%. Останалите „Протоколи“ не отговарят на ниво Функционална Научна грамотност. и най-често съдържат само име или няколко числа от измерванията без обяснение за какво се отнася, така че тях ги съотнасяме към Нормална Научна грамотност или дори по-ниска – това са 68%, непритежаващи минимум Функционална научна грамотност от всички протоколи. Разпределението на видовете Научна грамотност е показано на (фиг.3). Смушаващият извод от това изследване е че почти 2/3 от протоколите демонстрират липса на научна грамотност, а това само по себе си подчертава значимостта на поставения проблем и важността на предложената разработка за използване на оценка на нивото на Научна грамотност чрез Протоколите от УЕФ, който извършваме с методите на инженерния дизайн. Още един извод от направените изследвания е необходимостта от тясно взаимодействие с колегите от другите предмети, в чиито области са открити пропуски. В конкретния случай на изследването това беше реализирано чрез доработка на протоколите, с цел отстраняване на пропуските.

Този механизъм отнема и допълнително време за консултации и извънкласна индивидуална работа с отделните ученици от страна на учителя затова препоръчваме избор на не повече от 2 упражнения за анализ, както постъпихме в конкретния случай. Най-положителният резултат от изследването е, че от всички протоколи покрили ново 2/3 са оформили правилно раздела за измерените и изчислени резултати от работата си, а това ни дава основание за добро ниво на знанията им по природни науки. Откритата корелация между постигнатата Функционална Научна грамотност и знанията в раздел „Физични явления“, по предмета „Човекът и природата“ бкл. е добро основание за учителите по физика да използват този инструмент за планиране на акцентите в работата си по „Физика и астрономия“ в следващите класове. От всичко изложено дотук доказахме, че протоколите от УЕФ са ясен инструмент за оценка на нивото на Научна грамотност в 6 клас, на границата между Прогимназиалния и Гимназиалния етап на образование, което е много актуално преди въвеждане на НВО в 7 клас като комплексен изпит по математика и природни науки. Така даваме инструмент в

ръцете на учителите за насочване на тяхната работа приоритетно в съответните посоки



Фиг. 1



Фиг.2 Протокол „Измерване на плътност“.

ВИДОВЕ ПОСТИГНАТА НАУЧНА ГРАМОТНОСТ



Фиг.3

4. Литература:

- [1] Ж. Райкова, Научната грамотност и някои възможности за формирането ѝ в обучението по физика в средното училище, Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Научни трудове – „Методика на обучението“, том 45, кн.2, УИ „Паисий Хилендарски, ISSN-279X;
- [2] Н. Цонев, Т. Валериев и др., „Експериментална постановка по физика – Махало и лостови системи“, сп. „STEM в България, Европа и света“, бр.3/2020;
- [3] Е. Димитрова, <https://psihologiq.dokumentite.com/art/motivaciq-za-uchene/83281>
- [4] Ivelina Kotseva, Engineering design-based learning in integrative STEM education, Science, Engineering & Education, 4, (1), 2019, 62-67

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

от
48-та НАЦИОНАЛНА КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ВЪПРОСИ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА
2 – 4 октомври 2020 г., София

Основната тематика на конференцията „Ядрената физика и енергетика в образованието по физика“ бе предложена и одобрена в съответствие с решението на предишната 47-ма конференция във Велико Търново (2019 г.). Тогава, с участието на специалисти по ядрена енергетика от Техническият университет София и АЕЦ „Козлодуй“, бе показана необходимостта от разглеждане на такава тема сред колегията от физици, заета в образованието по физика. Докато преподаването на ядрена физика бе предмет на предишна конференция по образованието (2011 г.), интересът към подготовката на специалисти по ядрена енергетика бе разискван във връзка с дискусиите за нови ядрени мощности и естествената смяна на специалисти в АЕЦ „Козлодуй“. Този проблем бе тема на докладите на Ал. Томов (АЕЦ) и П. Ванков (АЯР), както и в заключителната дискусия, водена от Декана на Физическия факултет (ФФ) на СУ „Св. Климент Охридски“ проф. Г. Райновски. Според възможностите, които дава такъв форум, Националният организационен и Програмният комитети преследваха следните цели:

- Информация за участниците за някои съвременни изследвания и постижения в ядрената физика и ядрената енергетика.
- Кратък анализ на представянето на тези области в средните училища и университетите.
- Информация за риска от ядрени аварии и преодоляване на ядрената фобия.
- Привличането на вниманието на учители и специалисти към по-широка информираност на младите относно възможностите за кариера в ядрената енергетика (ЯЕ).
- Дискусия за проблемите на подготовката на специалисти по ЯЕ във висшите училища.

Тези цели в различна степен бяха реализирани в докладите и дискусиите.

Следват някои **изводи и препоръки**:

А. Преподаване и научни изследвания в ядрената физика (ЯФ):

1. Преподаването и изследванията по ЯФ стартират още през 30-40-те години на миналия век във ФФ на СУ и се разгръщат в БАН, Пловдивския университет и др. Конференцията оценява високо плодотворното международно сътрудничество с ОИЯИ – Дубна и ЦЕРН в областите на ядрената и субядрената (високи енергии) физика.

2. Като отчита необходимостта от квалифицирани специалисти по ЯФ – експериментална и теоретична, дозиметрия и лъчезащита, съхраняване на радиоактивните отпадъци и др., конференцията счита, че ядрените изследвания трябва да се застъпят по-широко в научната политика в България.

3. Необходимо е изясняване на перспективите за развитие на ядрената индустрия и ядрените съоръжения и мястото на ядрената техника и технологии в научните изследвания, медицината и др. за дългосрочното развитие на образова-

нието и изграждането на компетентности в ядрената физика.

4. Материалната база на редица катедри и звена от различни висши училища с насока към ядрени изследвания се нуждае от осъвременяване.

5. Участниците в конференцията приветстват и подкрепят изучаването и прилагането на ядрено-физични методи в Националния военен университет „Васил Левски“, в Медицинския университет – София и др.

Б. Ядрена енергетика

1. Конференцията силно подкрепя предложеното обявяване на бакалавърската специалност „Ядрена техника и ядрена енергетика (ЯТЯЕ)“ във ФЗФ на СУ за защитена специалност

2. Необходимо са усилия за привличане на специалисти по ЯЕ от науката и ядрените съоръжения за преподаване в бакалавърската специалност ЯТЯЕ и в магистърската програма „Ядрена техника и технологии“.

3. Колегията от учители, учени и специалисти трябва да полага системни грижи за по-широка информираност за възможната кариера на специалисти по ядрена енергетика.

4. Колегията се солидаризира с тревогата на представители на АЕЦ за необходимостта през следващите 10 години от голям брой специалисти с техническо образование и физици. Предприетите от АЕЦ мерки трябва да се популяризират и активно реализират с участието и на физическата колегия.

5. Необходимо е да се разшири информацията към българската общественост за ядрените аварии в Чернобил и във Фукушима, както и за дълговременните последици от тях (докладите на проф. Д. Пресиянов и проф. Б. Русанов). Специално за България тези дългосрочни ефекти се оказват пренебрежими за достоверна регистрация .

6. Конференцията приветства подготовката на специалисти със средно образование в Професионалната гимназия по ядрена енергетика „И. Курчатов“ в Козлодуй и смята, че при необходимост тази дейност може да се разгърне и на други места.

В. Препоръки на конференцията относно проблеми на средното образование.

1. Да се работи за повишаване на квалификацията на учителите по физика и осъвременяване на знанията им.

2. Да се отстояват и защитават професионалните квалификации на учителите, свързани с предметни знания, а не само с придобиването на педагогически квалификации.

3. Да се работи за повишаване на броя на часовете по физика и другите природни науки, като в 7 – 10 клас всяка от тях се изучава минимум по 2 часа седмично.

4. Да се засили популяризацията на физиката в училище и сред различните обществени групи.

5. Физическата колегия и МОН да повишат усилията си за информиране и привличането на учениците към професии, свързани с физиката и нейните приложения в енергетиката, медицината и инженерните специалности и специално с професията на учител по физика

Азбучен указател

Ангелов Калин	97, 167	Кацарова Костадина	146
Ангелов Николай	71	Кожухаров Венелин.....	34
Балабанов Никола.....	16	Костов Мирослав	77
Белчева Юлиана.....	152	Кунис Фабиен.....	139
Василева Пенка	157	Манолова Димитрина	90
Велинов Цветан	31	Петкова Илияна.....	9
Ганчев Александър.....	66	Попов Христо	113
Георгиева Ана И.	22	Райкова Желязка	126, 146
Гоев Гошо.....	31	Райкова Любомира.....	161
Грозева Лиляна	152	Ранделова Надежда	84
Грънчарова Дамяна	126	Спасова Мина.....	120
Димитрова Свежина	102	Стоев Алексей	77, 120, 161
Долчинков Николай	42, 48	Стоева Пенка	77, 120, 161
Енева Светлана	152	Такучев Николай.....	60
Захариева Зорница.....	102	Томов Александър	9
Иванова Наташа.....	54	Томов Тома.....	31
Илиева Детелина.....	54	Траянова Недялка	133
Илчев Константин	34	Хаджийска Румяна.....	108
Караиванова-Долчинкова Бонка		Цонев Николай.....	97, 167
Енчева	48	Якова Мария.....	157

*Със специалното съдействие на
Сдружение Български Атомен Форум*



Печат: Джамбо принт ООД
www.jamboprint.net

Формат: 64/90/16
Печатни коли: 44
Тираж: 80бр.