

МОДУЛНО ОБУЧЕНИЕ В ИЗБИРАЕМАТА ПОДГОТОВКА ПО ФИЗИКА

ВЕСЕЛИНА ДИМИТРОВА

Катедра „Методика на обучението по физика“

Веселина Димитрова. МОДУЛНО ОБУЧЕНИЕ В ИЗБИРАЕМАТА ПОДГОТОВКА
ПО ФИЗИКА

В статията са представени някои резултати от дидактическо изследване, свързано с принципите на модулното обучение и неговата технология, които са използвани в два избираеми курса по физика в 11–12 клас. Представени са две модулни програми: „Физика на плазмата“ и „Физика на газовия разряд“.

Vesselina Dimitrova. A MODULE EDUCATION IN THE ELECTIVE PHYSICS
COURSES

The paper presents results from a didactive study associated with the principles and the technology of the module education used in two elective courses in physics in the 11–12th grade. The module courses developed are in Plasma physics and in Gas-discharge physics.

Keywords: module education, physics teaching, plasma, gas discharge.

PACS number: 01.40.Ej

1. УВОД

В последните десетилетия на XX век в педагогическите изследвания беше натрупан богат опит за създаване на нови образователни технологии. Пример за интегративна образователна технология, характерна със своята универсалност, е модулното обучение. То се ползва с голяма популярност в редица страни, но се използва предимно във ВУЗ. Модулният

подход в обучението има няколко характерни особености: „приложение на различни форми и методи на обучение, подчинени на общи цели на учебния предмет или на актуален проблем на научно-техническата, социалната или която и да е друга сфера; използване на дидактически целесъобразни средства, насочени към овладяване на учащите се на определена идея, обособяване на самостоятелно планирана, цялостна единица на учебния процес, подчинена на строго определена цел“ [1].

Тези особености могат да бъдат отчетени и при реализирането на педагогически технологии в средното училище, които се основават на модулния подход. При обучението по физика в училище подобна технология може успешно да се използва в рамките на избираемата подготовка в гимназиалния етап – задължително-избираема подготовка (ЗИП) и свободно-избираема подготовка (СИП) в 9.–12. клас.

В настоящата работа са представени два примера за използване на модулния подход при създаването на примерни модулни програми за избираеми курсове по физика в 11.–12. клас, свързани с една съвременна научна област – физика на газовите разряди и плазмата.

Развитието на физиката на газовите разряди и плазмата е тясно свързано с изучаване поведението на системи от заредени частици, възникващи при йонизация на газове, с протичането на електричен ток в йонизирани газове при различни налягания, както и с наблюденията и изследванията на редица електрични явления в атмосферата като линейни и кълбовидни мълнии. В лабораторни условия известни физици през XIX и XX век откриват и изследват различни видове разряди – тлеещ, дъгов, искров. Покъсно тези разряди намират и своето широко практическо приложение.

Изследванията на газовите разряди са свързани с изучаване на четвъртото състояние на веществото – плазменото. Плазмата е йонизиран газ, за който е изпълнено условието за квазинеутралност и в който най-характерни са колективните процеси и явления. Плазменото състояние се наблюдава не само в лабораторни условия. То е разпространено в околоземното и междупланетното пространство, в близкия и далечния космос. В състояние на плазма е веществото във вътрешността на Земята (земното ядро), горните слоеве на земната атмосфера (йоносфера, магнитосфера), Слънцето и звездите, междוזвездното пространство и други космически обекти. Особено интересни са свойствата на плазмата, когато тя се намира под въздействието на външни за нея полета (електрично, магнитно и гравитационно). Плазменото състояние намира и широко практическо приложение, особено при решаване на проблема за управление термоядрен синтез.

Въпросите, свързани с газовите разряди и плазмата, макар и актуални, са слабо застъпени в обучението по физика в училище. С цел разширяване и задълбочаване на физичните знания на учениците и развитие на техните познавателни интереси и способности тези въпроси могат да бъдат изучавани в 11.–12. клас. За да се постигне необходимото разнообразие от физични проблеми, свързани с газовия разряд и плазмата, които биха заинтересували учениците, от дидактическа гледна точка ние използваме богатите възможности на модулното обучение.

2. МОДУЛНО ОБУЧЕНИЕ – ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ

В дидактическата литература модулното обучение се разглежда в различни аспекти [1–5]. Преобладаващо е мнението, че този вид обучение е „иновационна дидактическа система, която осигурява индивидуализация на обучението“ [1]. Основен компонент в тази система е учебният модул, разглеждан като „фрагмент от дидактически цикъл, включващ уведен, познавателен и контролен етап“ [1], като „функционален възел, <...> основно средство за модулно обучение, завършен информационен блок“ [3], като „единица от педагогическата система, съдържаща всички инвариантни елементи на тази система“ [5].

Теоретичните основи на модулното обучение се разглеждат много подробно в монографията „Теория и практика на модулното обучение“ [2, 3]. Същността на модулното обучение, както отбелязва П. Юцавичене, се изразява във възможността обучаваният сравнително самостоятелно да може да работи с модулната учебна програма, която включва „целев план на действията, информационна банка и методическо ръководство за постигане на формулираните дидактически цели“.

Теорията на модулното обучение се основава не само на известните дидактически принципи, но и на специфични принципи, които са подробно разгледани в литературните източници [1–3]. Това са принципите „за модулност, за отделяне от съдържанието на обучението на обособени елементи, за динамичност, за действеност на знанията и на техните системи, за гъвкавост, за осъзната перспектива, за разностранност на методическото консултиране, за паритетност“. Към специфичните принципи за изграждане на модулна програма от познавателен тип, когато учебното съдържание в модулите е свързано с усвояване на теоретични знания, П. Юцавичене посочва „принцип за предметен подход за конструиране на учебното съдържание и принцип за фундаменталност на учебното съ-

държание“. В случай на модулна програма от дейностен (операционен) тип, когато учебното съдържание е свързано с усвояване на начини за различни видове познавателни дейности, тя включва „принцип за дейностен подход към комплексната дидактическа цел и принцип за функционалност на съдържанието на обучението“ [1–3]. Въз основа на проведените теоретични и практически изследвания П. Юцавичене определя и конкретните правила за реализиране на специфичните принципи на модулното обучение [3].

От една страна, специфичните принципи на модулното обучение са взаимосвързани помежду си и те трябва да отразяват особеностите при построяването на съдържанието на обучението. От друга страна, тези принципи са взаимосвързани и с общодидактическите принципи и се опират на тях. Като цяло ефективността на учебно-възпитателния процес се определя както от активността на обучаемия, така и от различните дидактически функции на преподавателя въз основа на индивидуалния подход към всеки обучаем. Съществена роля имат и осигурените ефективни средства за учене, едно от които е и учебният модул.

3. МОДУЛНА ПРОГРАМА И УЧЕБЕН МОДУЛ

В основата на модулното обучение и неговото реализиране лежи модулната програма, изградена от отделни модули, от качеството на които в значителна степен зависи и ефективността на обучението [1, 2, 4, 5]. Според П. Юцавичене при конструирането на модулната програма и модулите трябва да се отчитат следните „общи принципи: (1) за целева насоченост на информационния материал, (2) за съчетаване на комплексните, интегриращите и частните дидактически цели, (3) за пълнота на учебния материал в модула, (4) за относителна самостоятелност на елементите на модула, (5) за осъществяване на обратна връзка, (6) за оптимално предаване на информационен и методически материал“ [1, 2, 4].

Г. Гнитецкая определя модула като „единица на педагогическата система“ и споделя гледната точка на В. Беспалко за инвариантните елементи на тази система. Тези елементи са: „учащите се, целите на обучение и възпитание, съдържанието на обучението и възпитанието, учителите, дидактическите процеси, организационните форми на обучение. Едната част от тях определят дидактическата задача, другата – педагогическия процес“ [5]. В съдържанието на един модул авторката включва следните три компоненти:

„(1) Система от цели на обучението, които могат да се диагностицират както общи, така и „оперативни“, отнасящи се към изучаването на отделни теми от модула. (2) Съдържание на материала в раздела, структурирано по теми (тук се включват и планове-въпросници по всяка тема). (3). Технология на обучението, която включва форми на обучение и пакети от методически материали“. В работа [5] са представени и примери със схеми за поетапно изучаване на конкретна тема по физика. Въпреки достоинства на индивидуалната работа в модулното обучение Г. Гни-тецкая подчертава, че не трябва да се пренебрегват преимуществата на колективната работа. За тази цел е подходящо използването на учебни семинари и учебни конференции.

А. Иваницкий, Л. Лисина и П. Самойленко „в съответствие със системно-дейността подход разглеждат модула като фрагмент от дидактическият цикъл, включващ уведен, познавателен и контролен етап, които функционират в линейна последователност и се проявяват съответно като ориентируващ, изпълнителски и оценъчен компонент на дейността на преподавателя и на учащите се“. Авторите подчертават, че „структурните елементи на модула са представени под формата на стандартизирана брошура: точно и ясно формулиран планиран резултат от обучението, списък на основните понятия и закони на учебния фрагмент, самият учебен материал във вид на конкретен текст, съпроводен с детайлни илюстрации и структурно-логически схеми, задачи за предварителен, текущ и заключителен контрол на изучавания от учащите се учебен модул, практически занятия за формиране на необходимите навици, отнасящи се до дадения модул, модел на учебната дейност на преподавателя и учащите се на всички етапи на модула“. [1]

При изграждането на един учебен модул се определят целите на отделните теми в модула, а подборът на учебното съдържание се определя от дидактическите цели на модула в съответствие с целите на учебната програма, определя се и последователността на изучаване на темите, така че да се осигури цялостност и завършеност на модула.

След формулирането на дидактическите цели за даден модул се определят неговите учебни елементи. За целта се използва теоретичен анализ на учебния материал за всяка тема в модула, при което учебното съдържание на отделната тема се разделя на съответни учебни елементи. Специално за обучението по физика подходящи за тази цел се оказват структурните елементи на физичното знание: научни факти, научни понятия, закони и закономерности, емпирични и теоретични методи на изследване и физични теории. При определяне на елементите на учебното

съдържание на модула и последователността на изучаването им може да се използват различни методи – метод на граф-схемите, метод на обобщените планове, свързани с различните видове познавателни дейности, алгоритмичен метод, графичен метод, логически схеми и др.

4. ПРИМЕРНИ МОДУЛНИ ПРОГРАМИ ЗА ИЗБИРАЕМА ПОДГОТОВКА ПО ФИЗИКА В 11. – 12. КЛАС

След систематизиране и обобщаване на резултатите от проучените литературни източници [1–5], които разглеждат различни проблеми на модулното обучение, и след отчитане на основните теоретични положения на модулното обучение като педагогическа технология, са разработени две примерни модулни програми на два курса за избираемата подготовка по физика в 11.–12. клас. Програмата „Физика на плазмата“ съдържа седем модула, а програмата „Физика на газовия разряд“ – пет. Модулната програма по физика на плазмата отчита резултатите от едно дългогодишно методическо изследване, свързано с подбор на учебно съдържание и методически разработки на отделни занятия от курс за ЗИП и СИП по физика [6–10]. Предложените в двете програми отделни модули и съответните теми в тях могат да бъдат прегрупирани в нови модули в зависимост от интересите на учениците, а учебното съдържание в отделните теми може да бъде вариативно променяно, но подчинено на дидактическите цели на отделния модул и на модулната програма като цяло.

Освен традиционните методи на обучение в избираемата подготовка е целесъобразно използването на учебни семинари и конференции [11,12]. Учебните семинари и конференции са една нова организационна форма, която се използва в обучението по физика, като първите публикации се появяват през 1962 г. Причините са развитието на науката, техниката и технологиите и проблемите, свързани със самостоятелната познавателна активност на учащите се. Преди да организира учебен семинар или конференция, учителят трябва да установи дали учениците имат изградени умения да работят с книга, да диференцират основните структурни елементи на физичното знание, да могат да систематизират и обобщават своите знания, да имат сформирани обобщени познавателни умения по физика.

Причините да изберем тази област от физиката за създаване на курс за избираемата подготовка по физика в училище са следните:

1. Бързото развитие на физиката на плазмата като съвременна област на физиката, при което голяма част от проблемите, свързани с плазменото състояние, имат важно научно и практическо значение.
2. Недостатъчната информация за плазмата и явленията в нея, отразена в учебното съдържание за задължителната подготовка по физика в училище, и липсата на такава в избираемата подготовка.
3. Повишеният интерес на учениците към теоретичните и експерименталните постижения във физика на плазмата и липсата на учебни пособия и други научно-популярни материали, посветени на тези въпроси.
4. Засиленото внимание към управляемия термоядрен синтез като една възможност за решаване на енергийните проблеми на човечеството в търсенето на нови енергийни източници.

Общите дидактически цели на предложената програма може да се систематизират в следните основни групи:

Първата група цели е свързана с усвояването от учениците на система от нови знания по физика на плазмата. Характерна особеност на физика на плазмата е, че в нея намират широко приложение физични знания от различни области на класическата физика.

Втората група цели е свързана с разширяване и задълбочаване на усвоените от учениците знания от различни раздели на физиката в задължителната подготовка в училище чрез използването им при разглеждане на различни въпроси от физика на плазмата.

Третата група цели е насочена към развитието на познавателни интереси и умения у учениците за самостоятелно придобиване на нови знания и за тяхното практическо приложение.

Дидактическите цели във всяка една от посочените групи могат да се конкретизират за отделните модули на ниво теми, а тяхната операционализация трябва да е тясно свързана с очакваните крайни резултати, т.е. с постиженията на учениците след изучаване на дадена тема, модул или на програмата като цяло.

Разработената модулна програма „Физика на плазмата“ съдържа седем модула, като всеки модул включва по четири основни теми [13,14]. Броят и съдържанието на модулите може да бъдат променяни в зависимост от интересите на учениците. По същия начин може да се променя

и броят и съдържанието на отделните теми във всеки един от модулите в зависимост от подготовката и интересите на учениците. Тук представяме един примерен вариант на модулната програма „Физика на плазмата“, който има следната структура:

Първи модул: „Плазмата – четвърто състояние на веществото“

1. Неутрален и йонизиран газ.
2. Плазма – основни характеристики, определение за плазма.
3. Разпространение на плазменото състояние. Видове плазма.
4. Развитие на физиката на плазмата като наука

Втори модул: „Теоретични модели за описание на плазма,,

1. Дрейфови движения на заредени частици. Видове дрейф.
2. Модел на независими частици.
3. Модел на непрекъсната среда (хидродинамичен модел).
4. Кинетичен модел за описание на плазмата.

Трети модул: „Трептения и вълни в плазма“

1. Трептения и вълни в плазма без магнитно поле.
2. Трептения и вълни в магнитоактивна плазма.
3. Алфвенови и магнитозвукови вълни в плазма.
4. Неустойчивости в плазма.

Четвърти модул: „Диагностика на газоразрядна плазма“

1. Класификация на методите за изследване на плазма.
2. Сондови методи.
3. Микровълнови методи.
4. Методи на оптична спектроскопия на плазма.

Пети модул: „Технически приложения на плазмата“

1. Плазмени генератори.
2. Плазмени двигатели и ускорители.
3. Плазмени вълноводи.
4. Плазмени екрани.

Шести модул: „Управляем термоядрен синтез,,

1. Реакции на синтез.
2. Критерий на Лоусен.

3. Видове термоядрени установки.

4. ТОКАМАК и СТЕЛАРАТОР.

Седми модул:

„Космическа плазма“

1. Развитие на физиката на космическата плазма.

2. Плазмени образувания в космоса.

3. Плазмени явления в космоса.

4. Слънце – слънчева корона, протуберанси, слънчев вятър.

При изучаването на отделните модули и темите в тях може да се разглеждат и някои от методите на научното познание, чрез които се изследват различните явления и процеси в плазмата. Целесъобразно е да се дискутират, макар и накратко, преимуществата и недостатъците на методите за описание и изследване на плазмените явления чрез електрични и магнитни полета или чрез електрични вериги и електрични токове[15–21]. В седмия модул е възможно да се разгледа и проблемът за дуализма във физика на плазмата като аналог на корпускулярно-вълновия дуализъм във физиката[17].

Като един пример за вариативност на темите в отделните модули ще разгледаме разработените няколко варианта за модул „Космическа плазма“.

I вариант

1. Йоносфера на Земята.

2. Магнитосфера на Земята.

3. Радиационни пояси на Земята.

4. Полярни сияния на Земята.

II вариант

1. Слънчев вятър.

2. Магнитно поле на Земята.

3. Земна магнитосфера.

4. Северни сияния и магнитни бури.

III вариант

1. Космическа плазма.

2. Слънчеви петна и протуберанси.

3. Слънчев вятър.

4. Земна магнитосфера.

IV вариант

1. Хипотези за магнитното поле на Земята.

2. Земна атмосфера и йоносфера.

3. Земна магнитосфера.

4. Полярни сияния и магнитни бури.

Темите в различните варианти са свързани с плазменото състояние в области, близки до Земята, до Слънцето и в космическото пространство, и в тях се разглеждат въпроси, свързани със слънчево-земните взаимодействия [16–21].

Основните дидактически цели на вариантите на седмия модул са насочени към приложение на знанията на учениците, получени при изучаване на други теми от програмата на курса, свързани с основните характеристики на плазмата, движението на заредени частици в електрично и магнитно поле, теоретични модели за описание на плазмата. С помощта на усвоените знания от физика на плазмата учениците ще имат възможност да обясняват наблюдаваните физични явления в космическата плазма в близост до Земята, да решават подходящи задачи, да подготвят научни съобщения по отделните теми, като използват различни литературни източници и интернет, с цел участие в учебни семинари или учебни конференции.

Като пример ще разгледаме накратко възможностите, които предоставят в това отношение темите от четвърти вариант. В първата тема „Хипотези за магнитното поле на Земята“ се разглеждат някои от предположенията за възникването на земното магнитното поле. Известно е, че още през 1600 г. английският учен Гилбърт при своите изследвания по магнетизъм изказва хипотезата, че земното кълбо може да се разглежда като един голям магнит, а магнитното поле на Земята – като поле на един магнитен дипол, преминаващ през центъра на Земята и насочен от Северния към Южния географски полюс. Направените по-късно измервания на магнитното поле в различни точки на Земята потвърждават диполния характер на земното магнитно поле. Остава обаче открит въпросът как се поражда и поддържа това поле? При тази тема успешно може да се използват лекцията или семинарът като методи на обучение и като организационни форми. При провеждане на учебен семинар учениците могат да участват със свои доклади, като резултат от тяхната самостоятелна познавателна дейност. Така те ще имат възможност и за дискусии при обсъждане на хипотезите за произхода на магнитното поле на Земята. Тук е необходимо да се разгледат и въпроси, свързани с моделите за вътрешната структура на Земята от гледна точка на геофизиката. Свързана със знания от физика на плазмата е и хипотезата за хидромагнитното динамо. Като примери се предлага да се разгледат два модела – на Булард и на Брагински [16].

При втората тема „Земна атмосфера и йоносфера“ основните въпроси са свързани с разглеждане структурата на атмосферата и нейния състав,

като съществено внимание се обръща на йоносферата. Тук се използват усвоените от учениците знания за начините за получаване на йонизиран газ и плазма, основните характеристики на плазмата – дебаевски радиус и плазмена честота, различните видове вълни в плазма, характерни за тези области, и влиянието им върху различните видове комуникации. Освен беседа с цел затвърдяване на знанията, при тази тема може да се предвиди самостоятелна работа на учениците за решаване на задачи. Задачите са свързани с определяне на основните характеристики на йоносферната плазма и тяхното влияние върху разпространението на различни видове електромагнитни вълни в йоносферата. Възможно е да се обсъждат и резултати от научни експерименти, проведени с космически апарати, при които са измерени конкретни характеристики на плазмата в йоносферата на Земята.

В третата тема „Земна магнитосфера“ вниманието на учениците е насочено към разглеждане на въпроси за същността на слънчевия вятър, за взаимодействието му със Земята и появата на магнитосферата на Земята. Интерес представлява и разглеждането на структурата на самата магнитосферата – плазмена мантия, плазмосфера, магнитопауза, плазмен слой, радиационни пояси и други, където отново се използват усвоените знания на учениците за плазменото състояние при изучаване на другите модули от програмата. При тази тема се препоръчва да се използва лекция на учителя, тъй като има много нова научна информация за учениците. От друга страна, разглеждането на тези въпроси позволява да се систематизират знания на учениците от 9-ти клас, свързани с магнитното поле и движението на заредени частици в него.

Четвъртата тема „Полярни сияния и магнитни бури“ е посветена на интересни проблеми, свързани с някои плазмени явления в близост до Земята или така наречения близък космос. Разглеждането на радиационните пояси на Земята представлява естествено продължение на третата тема, като тук вниманието е насочено към резултатите от взаимодействието на слънчевия вятър и Земята. В темата са включени и въпроси, свързани с промените на земното магнитно поле в резултат на това взаимодействие, появите на магнитни суббури и бури и полярните сияния. Тези въпроси позволяват на учениците да разширят и задълбочат своите знания за плазменото състояние и за взаимодействието на плазмата с магнитното поле, да използват тези знания за обясняване на плазмените явления при изучаване на магнитни бури и полярни сияния.

Полярните сияния са едни от най-величествените и красиви явления, които човек може да наблюдава с невъоръжено око. Те представляват

трудно описуеми по своята мащабност и красота светлинни области, динамично променящи се в различни форми и цветове, в горните слоеве на атмосферата на височина от 100 до 1000 километра от земната повърхност. Според формата си полярните сияния може да се разделят на две основни групи – с лъчиста и без лъчиста структура. Сияанията с лъчиста структура имат форма на дъги, ивици, драперии, лъчи или корона. Към другия вид сияния спадат спокойно и равномерно светещи дъги и ивици, пулсиращи дъги или дифузни и пулсиращи светещи повърхнини. При тази тема освен лекция и беседа, учителят може да използва и учебен семинар с кратки съобщения за различни видове полярни сияния, подготвени от учениците и придружени с голям брой красиви илюстрации, които могат да се намерят в различни сайтове в интернет.

Предлаганите варианти за модула „Космическа плазма“ ще позволят на учениците да развиват своите познавателни интереси както при усвояване на нови знания, така и при самостоятелно проучване на различни литературни източници по съответната тема с цел подготовка на научни съобщения и доклади за участие в учебни семинари или учебни конференции, посветени на физиката на космическата плазма.

Избираемият курс „Физика на плазмата“ може да завърши с учебен семинар или с учебна конференция [14]. В плана на учебната конференцията са включени теми, разпределени в три основни части, които в зависимост от интересите на учениците могат да се променят. От дидактическа гледна точка тези теми позволяват не само да се развиват познавателните интереси и способности на учениците, но и да се систематизират и обобщават техните знания в тази област от физиката. Предлагаме един примерен план за такава конференция, в който се очертават три основни части със следното съдържание:

Част I. „Плазмата – четвърто състояние на материята“

1. Неутрален и йонизиран газ.
2. Дрейфови движения на заредени частици в електрично поле.
3. Дрейфови движения на заредени частици в магнитно поле.
4. Плазмата като ново състояние на материята.
 - 4.1. Дефиниции за плазма.
 - 4.2. Основни характеристики на плазмата.
5. Разпространение на плазменото състояние в природата.

Част II. „Вълни в плазма“

1. Плазмени трептения.
2. Вълни в „студена“ плазма.
3. Вълни в магнитоактивна плазма.
 - 3.1. Алфвенови вълни
 - 3.2. Магнитен звук.
4. Неустойчивости в плазма.
5. Микровълнова диагностика на плазма

Част III. „Управляем термоядрен синтез“

1. Условия за управляем термоядрен синтез.
2. Критерий на Лоусън.
3. Отворени тип термоядрени установки.
4. Затворен тип термоядрени установки.
 - 4.1. ТОКАМАК.
 - 4.2. СТЕЛАРАТОР.
5. Съвременно състояние на управляемия термоядрения синтез.
 - 5.1. JET (Joint European Torus).
 - 5.2. ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor).
 - 5.3. Лазерен термоядрен синтез.

В началото на първата част от учебната конференция чрез беседа, кратки съобщения, изготвени от отделни ученици, и дискусия се систематизират и обобщават знанията на учениците за плазменото състояние: съществени различия на йонизирания газ от неутралния газ, движения на заредени частици в плазмата при наличие на външни електрични и магнитни полета, основни характеристики на плазмата – дебаевски радиус и плазмена честота, и използването им при дефиниция за плазма, начини за получаване на плазма в лабораторни условия, както и разпространение на плазменото състояние в природата.

При втората част учителят провежда беседа, за да се разгледат плазмените трептения, при което се разширяват знанията на учениците за собствени и принудени трептения, усвоени в задължителната подготовка по физика. Чрез теоретичния модел за „студена“ плазма с помощта на кратки съобщения, изготвени от отделни ученици, се дискутира проблемът за вълни в плазма без и при наличие на външно магнитно поле. При разглеждането на алфвеновите вълни и магнитния звук могат да се усвоят знания за научния метод аналогия. Като използват аналогия с напречните и надлъжните механични вълни, учениците дискутират и обясняват физи-

ческата същност на алфвеновата вълна и магнитния звук в плазмата. Една от характерните особености на плазмата е възникването и развитието на плазмени неустойчивости. Тяхното голямо разнообразие е съществен проблем при изследване на вълнови процеси в плазма и при експериментите, свързани с управляемия термоядрен синтез. Отново чрез кратки съобщения учениците се запознават с някои от видовете неустойчивости в плазма и начините за тяхното преодоляване при изследване на плазмата. Вълните в плазмата намират и практическо приложение при методите за диагностика на плазменото състояние с цел определяне на плазмената концентрация – метод на „отсечката“, метод на интерферометъра и др.

Дискусиите, съобщенията и докладите на учениците при първата и втората част на учебната конференция позволяват както актуализиране на усвоените знания от различни раздели на физиката в задължителната подготовка като механика, молекулярна физика, трептения и вълни, електродинамика, така и систематизиране, обобщаване и приложение на тези знания в една нова ситуация, каквато е плазменото състояние.

Третата част на тази конференция е много интересна и атрактивна за учениците, тъй като разглежда едно от съвременните приложения на плазмата за решаване на енергийния проблем на човечеството в близкото бъдеще – управляемия термоядрен синтез. Като използва лекция с елементи на беседа учителят обосновава пред учениците избора на една от реакциите на ядрен синтез за реализиране на управляем термоядрен синтез – деутерий-тритиевата реакция. Като използва закона за запазване на енергията, учителят организира дискусия, чрез която се достига до условията, обобщени в критерия на Лоусън, необходими за поддържане на управляем термоядрен синтез в лабораторните термоядрени установки в настоящия момент. Чрез самостоятелни доклади и обща дискусия учениците се запознават с различните типове термоядрени установки: отворени линейни установки тип магнитни уловки или различни видове пинч, затворен тип установки като токамак и стеларатор, използване на лазери или електронни и йонни снопове за нагриване на плазмата. Съществено внимание се отделя на двете основни програми в изследването на управляемия термоядрен синтез – ТОКАМАК и СТЕЛАРАТОР. Тази част от конференцията завършва с лекция от научен специалист или доклади на ученици, които отразяват съвременните постижения, свързани с управляемия термоядрен синтез – новите експериментални резултати на съвременните установки тип ТОКАМАК и перспективите, които открива международният проект ITER[25].

Друга възможност за разширяване и задълбочаване на познавателните интереси на учениците към физиката и изява на техните творчески способности в избираемата подготовка по физика в 11.–12. клас, както и развитие, систематизиране и обобщаване на физичните знания на учениците от задължителната подготовка по физика, предоставя областта на физиката на газовия разряд.

Кои са основните причини да обърнем нашето внимание към тази област:

1. Проблемите от физика на газовия разряд са особено актуални и тяхното решаване има голямо научно и практическо значение.

2. В задължителната и профилирана подготовка по физика в 9 клас много малко място е отделено на въпросите за протичане на електричен ток в газова среда.

3. В учебно-методическата документация няма конкретни разработки на учебни програми и учебно съдържание върху въпроси от физика на газовия разряд.

4. За избираемата подготовка по физика в 11.–12. клас липсват учебни пособия и методически разработки на занятия, свързани с физика на газовия разряд.

5. Изучаването на проблеми от физика на газовите разряди изисква прилагане на физичните знания и развитие на познавателните умения, усвоени от учениците при изучаване на различни раздели от физиката в задължителната и профилираната подготовка в училище.

След проучването на специализирана научна, дидактическа и методическа литература, като са отчетени особеностите на задължително-избираемата подготовка (ЗИП) и свободно-избираемата подготовка (СИП) по физика и същността на модулното обучение като педагогическа технология в резултат на дидактически изследвания, беше създадена модулна програма за избираем курс по физика в 11.–12. клас на тема „Физика на газовия разряд“.

В примерната програма на този курс са включени пет модула, като всеки съдържа по пет теми. Тези модули и съответните теми в тях могат да се променят както по брой, така и по съдържание в зависимост от интересите на учениците и тяхната подготовка по физика и математика. Част от темите могат да се разглеждат на учебни занятия в избираемата подготовка по физика в училище, друга част може да се изучават самостоятелно от учениците вкъщи.

При реализирането на този курс е желателно използването на разнообразни методи на обучение и различни похвати за тяхното прилагане от страна на учителя и от страна на учениците. След изучаването на всеки модул се препоръчва организирането и провеждането на учебен семинар или учебна конференция. Не е задължително обаче да се изучават всички модули от програмата, а в зависимост от интересите на учениците могат да се избират отделни модули, да се променят темите в тях, както и обемът на учебното съдържание на всяка една от темите.

Основните дидактически цели на предложената програма могат да се систематизират в няколко групи, а тяхната диференциация и операционализация става в зависимост от учебното съдържание на отделните модули и темите в тях и крайните резултати, които трябва да се постигнат от учениците.

Характерна особеност на физиката на газовите разряди е, че в нея намират широко приложение знания от различни области на класическата физика[22]. Това позволява първата група дидактически цели да се свърже с актуализиране, разширяване и задълбочаване на знанията на учениците и усвоените от тях умения при изучаването на различните раздели на физиката в задължителната подготовка в училище, като се осъществи широк и осмислен пренос на тези знания и умения в една нова област на физиката – газовите разряди.

Дидактически цели от втората група са насочени към развитие на различни видове познавателни умения у учениците за самостоятелно придобиване на система от нови физични знания за газовите разряди.

Третата основна група дидактически цели е насочена към развитието на познавателни интереси и способности у учениците по физика чрез усвояване на знания за различни практически приложения на газовите разряди и използване на усвоените физични знания за електричните разряди при обясняване на различни природни феномени като наелектризиране на облаците в атмосферата, възникването на гръмотевични бури, появата на линейни и кълбовидни мълнии.

Модулната програма „Физика на газовия разряд“ съдържа пет модула

Първи модул: „Електричен ток в газове“

1. Развитие на физиката на газовите разряди.
2. Газов разряд – същност и основни характеристики.
3. Видове разряди и техните особености.
4. Волтамперни характеристики (ВАХ) на разряда.

5. Електричен ток във вакуум. Влияние на обемния заряд.

Втори модул:

„Основни процеси в газовия разряд“

1. Еластични и нееластични удари.
2. Йонизация и рекомбинация.
3. Дифузия и амбиполарна дифузия.
4. Видове електронни емисии от катода.
5. Двойни електрични слоеве в разряда.

Трети модул:

„Някои видове електрични разряди в газове,“

1. Възникване и развитие на електричен разряд в газ.
2. Несамостоятелен и самостоятелен разряд.
3. Тлеещ разряд – характерни области и ВАХ на разряда.
4. Дъгов разряд – характерни области и ВАХ на разряда.
5. Искров разряд – характерни особености на разряда.

Четвърти модул:

„Диагностика на газовия разряд,“

1. Класификация на методите за диагностика.
2. Метод за измерване на електричния ток в разряда.
3. Метод за измерване на напрежението между електродите.
4. Метод за измерване на електронната концентрация в разряда.
5. Метод за измерване на електронна температура в разряда.

Пети модул:

„Газови разряди в природата и в практиката“

1. Електрични разряди в атмосферата.
2. Проблемът „Кълбовидна мълния“.
3. Плазмотрони.
4. Газови лазери.
5. Газоразрядни уреди.

В първия модул в исторически план се разглежда развитието на физиката на газовите разряди, като съществено внимание се отделя на експерименталните изследвания на М. Фарадей в тази област. Актуализират се знанията на учениците за протичане на електричен ток в газ от задължителната подготовка по физика в училище, тези знания се развиват

чрез изучаване на физичната същност на газовия разряд и основните му характеристики. Използването на класификации на газовите разряди според различни признаци и изучаването на някои особености на видовете разряди спомага за систематизиране на знанията на учениците. На емпирично ниво се разглеждат двата вида волтамперни характеристики на един разряд – статична и динамична. Анализът на цялостната волтамперна характеристика на електричния разряд в газ позволява да се определят областите в нея, които съответстват на различните видове разряди, а също така да се развиват познавателните умения на учениците за прилагане на усвоените физични знания при обясняването на отделните области от волтамперната характеристика на разряда. Последната тема от този модул позволява да се актуализират и разширят знанията на учениците от електростатика и ток в различни среди, усвоени в задължителната подготовка по физика в 9. клас.

Вторият модул е посветен на различните видове процеси, които протичат както в обема на разряда, така и в приелектродните области. Изучаването на отделните видове емисии от катода позволява учениците да усвоят нови знания и да ги прилагат при обясняване хода на волтамперната характеристика на електричния разряд и отделните области в нея, съответстващи на различните видове разряди. Съществено внимание тук се отделя на ролята на приелектродните процеси върху преходните процеси в разряда, при които той преминава от един вид в друг. Развиват се и познавателните умения на учениците за откриване на причинно-следствени връзки между видовете емисии и видовете разряди. Качествено и чрез графики се анализира отделителната работа за различни катода при различни видове емисии на електрони от тях. Съществено внимание се отделя на възникването на двойни слоеве, които отделят газоразрядната плазма от приелектродните области на разряда. Тук отново има възможност за актуализиране на знания по електростатика от задължителната подготовка по физика в 9. клас.

По-подробното изучаване на основните видове разряди става в третия модул, където се разглеждат процесите на възникване и развитие на електричния разряд, преходът от несамостоятелен разряд в самостоятелен. В този модул учениците имат възможност да усвоят знания за същността и характерните особености на тлеещия, дъговия и искровия разряд, да развият умения качествено да характеризират отделните области на тлеещия и дъговия разряд (прикатодна, положителен стълб и прианодна), както и да анализират съответните волтамперни характеристики на трите вида разряди [22]. Систематизирането и обобщаването на новите знания на

учениците може да стане чрез построяване и обясняване на отделните участъци от общата волтамперна характеристика на един газов разряд като се използва беседа или учебен семинар [22–24].

В четвъртия модул се разглеждат основни диагностични методи за определяне на основните параметри на един газов разряд – електричен ток, напрежение между електродите на разряда, концентрация на електроните и йоните, както и електронна температура на газоразрядната плазма. Модулът позволява да се използва самостоятелна работа на учениците при проучване на научно-популярна литература, при подготовка на самостоятелни научни съобщения или доклади, при решаване на подходящи физични задачи или при провеждане на лабораторно упражнение или физични демонстрации при отделните теми от модула.

За учениците, които проявяват повече интерес към физичните явления, свързани с газовите разряди в природата (линейна и кълбовидна мълния) или към практическото приложение на електричните разряди, в учебната програма е включен пети модул. При неговото изучаване се дава възможност на учениците да усвоят знания и умения с политехническа насоченост. Тук може с голям успех да се използват различни видове самостоятелна работа на учениците с цел реализиране на техните познавателни интереси, възможности за самоизява и развитие на творчески способности. Петият модул позволява ефективно да се използват учебните семинари при отделните теми или учебна конференция, с която да завърши изучаването му.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Най-характерните черти на модулното обучение може да се обобщят по следния начин. Този вид обучение предоставя възможност за индивидуализация на познавателната дейност на учениците чрез групиране на модулите в различни комплекси, осигуряване на активно участие на учениците в процеса на обучение, създаване на условия за самостоятелност и инициатива, на свобода при изучаване на учебния материал. Най-съществено в модулното обучение е ефективното взаимодействие между учител и ученик.

Технологията на модулното обучение позволява да се сведат до минимум противоречията в традиционния учебно-познавателен процес, особено противоречията между фронталните форми на обучение и индивидуалния темп на учебна дейност на учениците, между необходимостта от

диференциация и индивидуализация в обучението и унифицирането на учебното съдържание и методите на обучение.

Разбира се, технологията на модулното обучение има своите както положителни, така и отрицателни страни. Към положителните страни може да посочим използването на кибернетичен подход за управление на познавателната дейност на учениците, на рефлексивния психологически подход, на основните преимущества на програмираното обучение като активно участие на всеки ученик в учебно-възпитателния процес, индивидуалния темп на учене, осъществяването на поэтапна обратна връзка, своевременни корекции на пропуски в знанията на учениците. Отрицателните страни на модулното обучение, макар и кратко, са разгледани от П. Петров и М. Атанасова в монографията „Образователни технологии и стратегии за учене“ [1]. За тяхното преодоляване могат да се използват различни дидактически подходи, методи на обучение и различни начини за реализицията им, както и различни организационни форми при планирането и реализирането на модулното обучение в учебния процес.

Използването на общодидактическите принципи и специфичните принципи на модулното обучение при създаването на предложените примерни модулни програми „Физика на плазмата“ и „Физика на газовия разряд“ за избираемата подготовка по физика в 11.–12. клас позволяват да се реализират разнообразни логически структури на учебното съдържание, едно по-голямо разнообразие и гъвкавост на използваните методи на обучение и начините за тяхната реализация, различни организационни форми с цел развитие на познавателните интереси и способности на учениците. Различните технологии, използвани при създаването на тези програми и отделните модули в тях, са тясно свързани с прилагането на системно-структурния, кибернетичния и дейностния подход в обучението по физика, на теория на графите при определяне на елементите на учебното съдържание и тяхната последователност при изучаването им в учебния модул, на методиката на обобщените планове при определяне на обема на учебната информация за отделните структурни елементи на физичното знание и за осъществяване на контрола и оценката на постиженията на учениците при изучаване на избираемите курсове по физика, свързани с двете модулни програми.

Модулното обучение позволява значително да се намалят противоречията, характерни за традиционния учебен процес, да се реализира диференциация и индивидуализация на обучението по същество, да се стимулира самостоятелната познавателна дейност на учениците, да се формират и развиват различни видове учебни умения у учениците и осо-

бено познавателните и уменията за самоуправление, самоконтрол и самооценка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров, П., М. Атанасова. Образователни технологии и стратегии за учене. София, 2000.
2. Юцавичене, П. А. Теория и практика модульного обучения. Каунас, 1989.
3. Юцавичене, П. А. *Педагогика*, **1**, 1990, 55.
4. Юцавичене, П. А. *Педагогика*, **2**, 1990, 55.
5. Гнитецкая, Г. Н. *Физика в школе*, **4**, 2005, 31.
6. Димитрова, В., Р. Върбанова. *Физика*, **1**, 1993, 36.
7. Димитрова, В., Р. Върбанова. Сборник доклади от XXI Национална конференция по въпроси на обучението по физика. София, 1993, 243.
8. Николов, Н., В. Димитрова, Д. Белчева. *Физика*, **3**, 1994, 41.
9. Димитрова, В. *Физика*, **1**, 1995, 36.
10. Dimitrova, V. Sbornik z konference Veletrh-8. Ceske Budejvice, 2003, 139.
11. Усова, А. В. Теория и методика обучения физике. Санкт-Петербург, 2002.
12. Основы методики преподавания физики, ред. Разумовский В. и др. М., 1984.
13. Dimitrova, V. Sbornik z konference Veletrh XI. Olomouc, 2006, 126.
14. Dimitrova, V. Zbornik z XV. konferencie DIDFYZ 2006. Nitra, /под печат/.
15. Чен, Ф. Введение в физику плазмы. Москва, 1987.
16. Ораевски, В. Плазмата на Земята и в Космоса. София, 1987.
17. Альфвен, Х. Космическая плазма. Москва, 1983.
18. Акасофу, С. В мире науки, **7**, 1989, 34.
19. Saunders, M. Phys. Bulletin, **39**, **1**, 1988, 68.
20. Alfven, H. *IEEE Transactions on plasma science*, **PS-14**, **6**, 1986, 779.
21. Wilhelmsson, H. *Fusion: A Voyage through the plasma universe*. Bristol, 2000.
22. Райзер, Ю. П. Физика газового разряда. Москва, 1987.
23. Димитрова, В., А. Петкова. Сборник доклади от XXVIII Национална конференция по въпроси на обучението по физика. Свищов, 2000, 178.
24. Dimitrova, V., A. Petkova. Fourth General Conference of the Balkan Physics Union. Veliko Turnovo, 2000, 15.
25. <http://www.jet.efda.org>, <http://www.iter.org>, <http://www.efda.org>.

Постъпила декември 2006 г.

Веселина Димитрова
Софийски университет „Св. Климент Охридски“
Физически факултет
Катедра „Методика на обучението по физика“
Бул. „Джеймс Баучър“ 5
1164 София, България
E-mail: veselina@phys.uni-sofia.bg