

МЕТОДОЛОГИЧНИТЕ ЗНАНИЯ В ИЗБИРАЕМАТА ПОДГОТОВКА ПО ФИЗИКА В УЧИЛИЩЕ

ВЕСЕЛИНА ДИМИТРОВА

Катедра „Методика на обучението по физика“

Веселина Димитрова. МЕТОДОЛОГИЧНИТЕ ЗНАНИЯ В ИЗБИРАЕМАТА ПОДГОТОВКА ПО ФИЗИКА В УЧИЛИЩЕ

В настоящата работа са представени резултати от дидактически изследвания, свързани с методологичните знания в обучението по физика. Разкриват се най-важните проблеми при изучаване на методологичните знания в избираемата подготовка по физика.

Vessalina Dimitrova. THE METHODOLOGICAL KNOWLEDGE IN THE ELECTIVE TRAINING IN PHYSICS IN SCHOOL

In this study we propose results of didactic research, associated with methodological knowledge in elective training in physics in school. The most important problems with learning the methodological knowledge in physics elective courses are revealed.

Keywords: physics, methodological knowledge, physics elective courses.

PACS number: 01.40.Ej

1. ВЪВЕДЕНИЕ

„Методът е по-важен от откритието, тъй като правилният метод на изследване ще доведе до нови, още по-ценни открития.“

Лев Ландау

Задължителното изучаване на физика в средното училище се определя от редица особености на физиката като наука: тя е фундаментална основа на естествознанието, нейните експериментални и теоретични методи се прилагат успешно в другите естествени науки, тя използва математичен апарат, който позволява физичните знания да бъдат систематизирани и представени с висока степен на обобщеност. В учебния процес физиката има своето преимущество с високото ниво на систематизация и обобщение на знанията, на логическото съвършенство на основните физични теории, на тяхната абстрактност и тясна връзка с математиката, на голямото практическо приложение на физичното знание в различни сфери на нашия живот.

Физиката оказва силно влияние както при формиране и развитие на светогледа на учениците, така и върху тяхното общо развитие, защото като всяка наука тя е един от компонентите на човешката култура. Диференциацията и индивидуализацията в обучението по физика способства за развитието на интересите на учениците, за по-пълното разкриване на техните познавателни способности и творчески възможности. Най-добре практическото реализиране на тези два процеса се наблюдава в различните организационни форми на обучение в избираемата подготовка в училище (първоначално като факултативна подготовка /ФП/, а в последствие, и до настоящия момент, като задължително-избираема подготовка /ЗИП/ и свободно-избираема подготовка /СИП/). В новите учебни програми по физика се разграничават две нива – първо, задължителна подготовка, и второ, профилирана подготовка, която по същество е избираема [1, 2] .

За систематизацията и обобщението на физичните знания на учениците и развитието на техните познавателни умения и способности съществено значение има и усвояването на методологични знания и умения. За съжаление, и досега такъв вид знания и умения не се предвижда да се включи в общата система от компетентности, залегнала в основата на съвременната образователна парадигма, както и в образователните стандарти и съответните учебни програми по физика. Необходимостта от усвояване на система от методологични знания и умения по физика от

учениците се чувства не само в задължителната подготовка по физика, но и в избираемата, тъй като такава система би способствала за преодоляване на информационната претовареност на учениците и за повишаване ефективността на учебния процес в училище.

Физичната наука, разбрана като непрекъснат процес за опознаване на заобикалящия ни свят, като процес на установяване на научни истини, има за цел създаването и развитието на научни физични картини на света. Но научните истини, като научно знание, може да се изразят под формата на теория или под формата на метод на научното познание. Изграждането на различни физични картини на света се базира на съответните фундаментални физични теории. Но ако разгледаме теорията като резултат от процеса на познание на действителността, то методът представлява начин за достигане до този резултат. Теорията и методът са взаимно свързани в практическата дейност на човека, защото „без научната теория практиката е слъпа, а теорията без практическото ѝ приложение е мъртва“.

В хода на развитие на научното познание възниква и учението за методите – методологията, което в последствие прераства в наука. Основата на методологията включва система от методи и принципи, начини за организиране и построяване на теоретичната и практическа дейност на човека и учението за тази система. Методологията на една наука, както отбелязват редица автори, е и учение за постигане на научната истина, и учение за нейното използване в различните дейности на човека. Тя е учение за принципите, за начините на построяване, за формите на научното познание. Научните знания показват не само какво има в обективната действителност, но и как да се подхожда към нейното научно опознаване и преобразуване в интерес на човека.

В методологията на науката съществуват няколко нива на изследване със съответните им методи, начини и средства за анализ на процеса на познание. В научната литература се разграничават пет нива, но за нас интерес представлява третото ниво – конкретно-научната методология. Методите на конкретно-научното познание зависят от нивото на научното познание – емпирично или теоретично. В методологията на физиката тези две нива са добре познати и използвани. Въпреки че в процеса на познание теорията изпълнява предимно обяснителна функция, а методът – регулираща, на практика те се разглеждат винаги в единство, тъй като са неразривно свързани един с друг.

Независимо от различните научни школи по физика, все пак могат да се очертаят някои важни общи елементи в общофизичен и методологичен план. Пример за такива елементи са различните методи на научното

познание и фундаменталните научни принципи на физиката, известни като методологични принципи на физиката: принцип за причинност, за запазване, за симетрия, за съответствие, за допълнителност и др. В научните изследвания по физика лесно може да се проследи и реализирането на цикъла на научното познание: научни факти – хипотези – следствия – експеримент.

Този цикъл на научното познание е необходимо да се осъществява и в учебния процес по физика, който по принцип би трябвало да следва логиката и етапите на научния процес. А това означава в учебните програми и съответното учебно съдържание по физика да се включат основните идеи не само на класическата, но и на съвременната физика, обобщени и систематизирани в съответните научни физични теории и свързаните с тях методи на научно познание. Не случайно в задължителната и избираемата подготовка по физика се използва учебно съдържание, изградено на базата на основни физични теории. В структурата на всяка теория се разграничават следните съществени елементи: основа, ядро, следствия. За съжаление, не са включени и методологични знания по физика, за да бъде решен проблемът за системност и цялостност на учебното знание в обучението по физика в училище.

2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ПРОБЛЕМА

При обучението по физика в училище учениците усвояват система от физични знания и умения предимно във фактологичен (предметен) аспект. Методологичният аспект на физичните знания все още не е намерил своето място в обучението по физика. Под методологични знания тук се разбират онези обобщени знания за структурата и методите на изследване на науката физика, за основните закономерности на нейното функциониране и развитие.

Известно е, че чрез научните методи една система от научни знания може да се развива, да се разширява и да възпроизвежда нови знания. Затова особено важно значение придобива въпросът за усъвършенстване и развитие на методите на научното познание, на начините и средствата, чрез които те се реализират в теоретичната и практическата дейност на човека. Оттук се появява и необходимостта от включване на система от методологични знания в обучението по физика в училище. В редица научни публикации по този проблем съответните автори насочват вниманието си към образователните и възпитателните функции на методологията

на физиката, разграничавайки познавателната, мирогледната и хумани-тарната функция.

Като се отчита същността на всяка една от тези функции, може да се очертаят четири основни направления [3, 4] за формиране и развитие на методологичните знания в обучението по физика:

1. Физичният експеримент и методите на емпиричното познание.
2. Физичната теория и методите на теоретичното познание.
3. Фундаменталните методологични идеи и принципи на физиката.
4. Основни закономерности в развитието на физиката като наука.

Всяко едно от тези направления има както своите методологични особености, така и съответните методически специфики, които е необходимо да се отчитат в учебно-възпитателния процес по физика. Посочените направления, от една страна, са тясно свързани с двете нива на логическата структура на физичното знание – емпиричното и теоретичното, както и със съответните нива на мислене. От друга страна, те имат тясна връзка със структурните елементи на физичното знание – научни факти, понятия, закони и закономерности, методи на изследване и теории. В последното, четвърто направление, което включва етапите в историята на развитие на физиката, „драмата на идеите“ във физиката като наука, формирането и развитието на физичните понятия, наличието на области и граници на приложимост на физичните модели, закони и теории, може много добре да се проследи приемствеността в развитието на физичното знание.

Развитието на физичното знание като закономерен и последователен процес на обобщаване, позволява в методологичен аспект да се говори за формиране на обобщени знания и умения у учениците в учебно-възпитателния процес. В процеса на развитие на такива знания и умения се проявяват както фактологичният, така и методологичният аспект на физичните знания, а самото обучение наистина придобива развиващ характер [5, 6].

3. МЕТОДОЛОГИЧНИТЕ ЗНАНИЯ В ИЗБИРАЕМАТА ПОДГОТОВКА ПО ФИЗИКА

При определяне на целите и задачите на ЗИП и СИП по физика трябва да се отчитат и характерните особености на тези видове подготовка,

които определят водещо място на желанията и интересите на учениците и на техните възможности за индивидуална изява. Това означава, че трябва да се предвидят и съответните познавателни дейности на учениците в учебно-възпитателния процес. Когато в учебното съдържание по физика за двата вида избираема подготовка се включат и методологични знания, то чрез разнообразните познавателни дейности учениците ще могат да усвоят не само физични, но и методологични знания, което ще позволи формиране и развитие и на методологични умения у учениците. В дидактическата литература стои открит въпросът как и къде да бъдат въведени методологични знания в обучението, в частност и по физика.

В настоящата работа разглеждаме някои възможности за разширяване и задълбочаване на физичните знания на учениците както във фактологичен аспект, така и в методологичен.

Първата възможност за въвеждане на методологични знания в обучението по физика е свързана с изучаване на електричен ток в различни среди в 9. клас. Тук избрахме вариант, където методологичните знания се изграждат в тясна връзка с изучаването на учебното съдържание. Така те стават неделима част от усвояването от учениците физични знания.

Чрез дидактически изследвания бяха проверени възможностите за систематизиране и обобщаване на физичните знания на учениците чрез реструктуриране на учебното съдържание [7], поэтапно изграждане на обобщени познавателни умения с помощта на обобщени планове [8] и включване в него на методологични знания, способстващи формирането на методологични умения у учениците [9].

Водеща идея в предложената нова структура беше реализирането на методологичния принцип за причинност при разглеждането на промяната на строежа на веществото при различните агрегатни състояния и свързаните с това промени в свойствата му като среда, проводяща електричен ток [7]. Учебното съдържание на тази структура включваше следните теми:

1. Строеж на средата, в която ще протича електричният ток.
2. Процеси за създаване на токови носители в различните среди.
3. Механизми на протичане на ток в различни среди.
4. Волтамперни характеристики.
5. Специфично съпротивление и зависимостта му от температурата.
6. Приложение на протичането на електричен ток в различни среди в практиката.

При проведените дидактически изследвания с предложената структура се очертаха някои преимущества: възможност за систематизиране и обобщаване на физичните знания, успешно реализиране на проблемно обучение, поэтапно изграждане на обобщени познавателни умения чрез обобщени планове, усвояване на методологични знания и формиране на методологични умения.

Използването на различни емпирични и теоретични методи на научното познание /наблюдение, измерване, експеримент, емпирично обобщение, анализ, сравнение, синтез, аналогия, индукция, дедукция, теоретично обобщение, мислен експеримент, моделни хипотези и др./ при усвояването на учебното съдържание способства за активизиране на мисловната дейност на учениците на емпирично и теоретично ниво. Възможностите за реализиране на четирите направления за формиране и развитие на методологични знания при изучаване на протичането на електричен ток в различни среди в 9 клас са подробно разгледани в работа [9].

Следващите дидактически изследвания по тази тематика показаха нови възможности за включване на методологични знания в обучението по физика. За реализиране на емпиричното и теоретично ниво на познание и използването на съответните методи на научното познание в учебното съдържание беше създадена и използвана в учебния процес следната структура:

1. Наблюдение и експеримент при протичането на електричен ток в различни среди.
2. Емпирични величини, характеризиращи протичането на електричен ток в различни среди.
3. Емпирични закономерности и закони при протичане на електричен ток в различни среди.
4. Анализ, сравнение и синтез на получените резултати за волт-амперните характеристики за различни среди.
5. Идеализация и моделиране на обекти при протичане на електричен ток в различни среди.
6. Физични теории за обясняване на явленията и зависимостите за различните среди
7. Следствия от физичните теории при различните среди.

Втората възможност за включване на методологични знания в обучението по физика е свързана с изучаване на светлинните явления. В за-

дължителната подготовка по физика въпросите, свързани с излъчване и разпространение на светлината и нейното взаимодействие с веществото са включени в 10. клас, а за избираемата подготовка – в 10. и 12. клас.

Като отчитаме целите, задачите и особеностите на СИП и ЗИП по физика, в настоящата работа разглеждаме някои възможности, които са резултат от наши дидактически изследвания, за разширяване и задълбочаване на знанията и развитие на уменията на учениците при изучаване на светлинните явления, както във фактологичен, така и в методологичен аспект.

Първият пример, който ще разгледаме, е свързан с включването на методологични знания по физика чрез използване на структура на учебното съдържание, която схематично може да бъде представена чрез структурните елементи: излъчване на светлина, разпространение на светлина, взаимодействие на светлина с вещество. При изучаване на взаимодействието на светлината с веществото например може да се използва следната схема за структуриране на учебното съдържание [11], при която могат да се реализират и четирите направления за формиране и развитие на методологични знания и умения.

I. Ефекти:

1. Механичен ефект – маса, импулс и енергия на фотона, опити на Лебедев за налягане на светлината;
2. Фотохимичен ефект – фотосинтез и фотография;
3. Фотоефект: а) външен фотоефект – закон на Столетов и уравнение на Айнщайн; б) вътрешен фотоефект – елементи от зонната теория на полупроводниците;
4. Топлинен ефект;
5. Луминисценция;
6. Фотоиндуциран магнетизъм.

II. Спектри.

III. Взаимни превръщания на вещество и лъчение.

В някои литературни източници се предлагат и други схеми за структуриране на учебното съдържание по оптика. Включване на методологични знания в учебното съдържание може да се реализира например при използване на следната структурна схема:

1. Видове действия на светлината. Фотоефект. Закони при външния фотоефект.

2. Хипотеза на Айнщайн. Квантов модел на светлината. Взаимодействие на фотони и електрони.
3. Свойства на фотона. Теория на фотоефекта. Уравнение на Айнщайн за фотоефекта.
4. Дуализъм и взаимна връзка между свойствата на светлинния квант и светлината.
5. Приложения на фотоефекта.
6. Налягане на светлината – опити на Лебедев.
7. Химично действие на светлината.
8. Биохимично действие на светлината.
9. Квантова теория на светлината – обобщение на знанията.

Вторият пример за включване на методологични знания по физика при изучаване на оптика е свързан с някои приложения на фотоефекта при оптоелектронните уреди. Интерес в това отношение представлява методическата разработка за обобщение на физичните знания на учениците за оптоелектронни уреди, отразена в работата на Л. Иванова [12], където се предлага изпълването на нов обобщен план за уред.

Предложеният обобщен план съдържа седем опорни пункта: наименование на уреда, предназначение, физично явление, на което се основава действието на уреда, условно означение, схематично устройство, типична схема на свързване, основни приложения. Обобщеният план се използва, когато чрез самостоятелна познавателна дейност учениците изучават фотодиод, фототранзистор, полупроводников фотоелемент и оптрони. Този план позволява да се видят и възможностите за включване на методологични знания по физика, особено ако при изучаването на тези уреди се използват емпиричните методи наблюдение, измерване и експеримент. Също така при обобщаване на знанията намират приложение и методите анализ, сравнение, синтез, аналогия и др.

Третият пример за включване на методологични знания по физика при изучаване на светлинните явления намираме в разработките на В. Колчева [13], свързани със създаването на нов факултативен курс за 11 клас „Оптични явления“ и неговото успешно апробиране в училище. Авторската разработка включва учебна програма на курса, учебно съдържание, въпроси и задачи за отделните теми и методически насоки към всяка тема от факултатива.

Основните теми, които са включени в програмата и съдържанието на курса „Оптични явления“ [13] са :

1. Развитие на представите за природата на светлината.
2. Електромагнитна природа на светлината.
3. Интерференция на светлината.
4. Дифракция на светлината.
5. Геометричната оптика като граничен случай на вълновата оптика.
6. Отражение и пречупване на светлината.
7. Дисперсия на светлината.
8. Оптични системи.
9. Физика на зрението.
10. Поляризация на светлината.
11. Разсейване на светлината.
12. Нелинейни оптични явления.
13. Физически практикум.
14. Учебна екскурзия.
15. Учебна конференция на тема „Оптични явления в природата“.

В уводното занятие се използва историческият подход, за да се разкрие пред учениците как са се развивали представите за светлината от древността до наши дни. Едновременно с физичните знания има възможност да се дадат примери за методите на научното познание, използвани от учените в различните етапи на развитие на физиката. Например: Още в древността оптичните изследвания на Архимед и Птоломея върху пречупването на светлината са свързани с използването на емпирични методи на познание. През Средновековието и Възраждането са направени редица опити да се намерят обяснения на някои оптични явления като дъгата, ореолите около Слънцето и Луната, миражите и др. Използваните емпирични методи при изследване на оптичните явления интерференция и дифракция на светлината насочват учените към идеи, свързани с вълновия характер на светлината. През 17. и 18. век проведените емпирични и теоретични изследвания дават възможност да се развият две научни тенденции с противоположен характер, които поставят началото на корпускулярната и на вълновата теория за светлината.

Нов етап в развитие на представите за светлината през 19. век бележат изследванията и научните открития на М. Фарадей и Дж. Максвел. Използването на различни емпирични и теоретични методи на научното познание позволяват на Фарадей и на Максвел да развият и докажат идеята за връзка между електричните и магнитните явления. Максвел определя водеща роля на аналогията като метод на научното познание при създа-

ването на система, обединяваща електромагнитните явления. Чрез теоретичния метод на моделните хипотези Максвел предсказва и електромагнитния характер на светлината. Като използва редица теоретични методи на познанието като идеализация, моделиране, теоретично обобщение и др. той полага основите на електромагнитната теория за светлината. Въз основа на тази теория той предсказва още, че светлината трябва да оказва налягане върху телата. По-късно при своите експериментални изследвания Лебедев успява да измери налягането на светлината. Х. Херц става последовател и продължител на теорията на Максвел. Освен теоретични, той провежда и редица експериментални изследвания, които убедително показват, че електромагнитните вълни притежават същите свойства както и светлинните.

Начало на съвременните представи за светлината бележи идеята на М. Планк за светлинните кванти през 1900 г. Тази идея позволява да се обединят процесите на излъчване на светлината и поставя началото на квантовата теория за светлината. Използваните емпирични и теоретични методи на познание водят до натрупване на нови експериментални данни, до развитие на теоретични представи и обяснения на светлинни явления, свързани с квантовата теория.

Още от названията на някои от темите в учебната програма на факултативния курс „Оптични явления“ може да се предположи какви методологични знания и къде могат да бъдат включени в учебното съдържание на курса, за да се реализират и четирите направления за формиране и развитие на методологичните знания и умения у учениците.

При изучаването на всяко едно от светлинните явления (отражение, пречупване, интерференция, дифракция, дисперсия и поляризация) може да се включат емпирични и теоретични методи на научното познание. Тези методи се използват както при описание на белезите на явлениято и условията, при които то протича, така и при обясняване същността на явлениято, при установяване на различни причинно-следствени връзки и изучаване на съответните закони и закономерности, характерни за изучаваното физично явление.

При разглеждането на явленията интерференция и дифракция може да се проведат лабораторни работи, при които да се използват емпиричните методи наблюдение, измерване, експеримент, анализ, сравнение, синтез и др. В темата „Дифракция на светлината“ [13] при изучаване на зоните на Френел и видовете дифракции могат да се използват теоретичните методи моделиране, идеализация и дедукция. Емпиричният метод

наблюдение може успешно да се използва при фронталните опити за получаване на различни дифракционни картини.

При изучаването на явлениято дисперсия на светлината може да се използват както емпиричните методи наблюдение, измерване и експеримент, така и теоретичните методите анализ, сравнение, синтез, моделиране и идеализация. Друго интересно светлинно явление се изучава в тема 10 „Поляризация на светлината“ [13]. Тук може да се използват емпиричните методи наблюдение и експеримент, както и теоретичните методи анализ, сравнение, синтез, идеализация и моделиране при изучаване на естествена и поляризирана светлина, при изучаване на различни начини за получаване на поляризирана светлина.

Усвояването на методологични знания за емпирични методи на научното познание от учениците и формирането на методологични умения у тях за прилагане на тези знания на практика може да се реализира при провеждането на следните лабораторни упражнения [13] от лабораторния практикум:

1. Определяне радиуса на кривината на леща с помощта на нютонови пръстени.
2. Определяне скоростта на светлината в прозрачни среди с дифракционна решетка.
3. Определяне диаметъра на частици на лycopодий чрез дифракционен метод.
4. Определяне показателя на пречупване на течност с вдлъбнато сферично огледало.
5. Определяне фокусното разстояние на разсейвателна леща.
6. Определяне концентрацията на захарни разтвори с помощта на поляризирана светлина.

Когато се разглеждат различните модели и теории за светлината се налага и включването на знания за методологичните принципи на физиката – за причинност, за допълнителност, за съответствие и др. Например при тема 5 „Геометричната оптика като граничен случай на вълновата оптика“ [13] може да се включат знания за методологичните принципи на физиката за допълнителност и за съответствие при определяне на критериите за приложимост на геометричната оптика. Приложението на тези критерии се показва чрез конкретни примери. Включването в учебното съдържание на принципа на Ферма позволява основните закони на геометричната оптика да се разгледат като следствие от този принцип чрез подходящи примери [13]. Тук могат да се използват и различни теоре-

тични методи на научното познание като моделиране, анализ, сравнение, синтез, теоретично обобщение и др.

Използването на историческия подход при изучаване на оптичните явления позволява да се реализира и последното, четвърто, направление за включване на методологични знания в обучението по физика. При него се изучава историята на развитие на идеите за природата на светлината, „драмата на идеите“ във физиката като наука, формирането и развитието на физичните понятия, наличието на области и граници на приложимост на физичните закони и теории. Това от своя страна позволява да се проследи приемствеността в развитието на физичното знание за светлината.

Предвидените във факултативния курс демонстрационни и фронтални експерименти позволяват не само усвояване на знания за емпиричните методи на научното познание, но и формиране и развитие на съответните методологични умения у учениците. Множеството физични задачи, включени в учебното съдържание към отделните теми, позволяват усвояване на знания от учениците за теоретичните методи на познание и развитие на умения за тяхното прилагане при решаването на тези задачи.

Систематизирането и обобщаването на физичните и методологичните знания на учениците успешно се реализира при подготовката и провеждането на учебната конференция „Оптичните явления в природата“ при завършване на факултативния курс. Основните теми [13] в плана на конференцията са:

- I Оптични явления в живата природа.
 1. Интерференчно и дифракционно оцветяване.
 2. Оптична активност в живата природа.
 3. Поляризация на светлината и ориентиране на насекомите.
 4. Растения – световоди.
- II. Оптични явления в атмосферата.
 1. Астрономична рефракция.
 2. Миражи.
 3. Разсейване на светлината в атмосферата.
 4. Оптични явления – хало и венци.
 5. „Зеленият“ лъч.

Разработеният факултативен курс „Оптични явления“ [13] дава възможност за реализирането както на познавателната, така и на мирогледната функция на методологичните знания по физика при изучаване на светлинните явления в 11. клас. Хуманитарната функция на тези знания може

да се реализира, ако при подготовката и провеждането на някои от учебните занятия се използват възможностите на междупредметните връзки на физиката с историята, литературата, живопистта, музиката.

Реализирането на хуманитарната функция на методологичните знания по физика при изучаване на светлинните явления може да се осъществи чрез използване на интегративните връзки на физиката с литературата и изкуството, разгледани в публикациите [11, 13, 14]. Например интерес представляват теоретичните разработки на Ю. Карлуковска [13], свързани с реализирането на тези връзки при изучаване на оптичните явления в 7. клас. Теоретичните разработки са апробирани нееднократно в училище и показват повишен интерес у учениците към изучавания материал, което от своя страна води до по-голяма ефективност на учебния процес.

При методическите разработки на уроците от раздела „Оптика“ и тяхната реализация в клас могат да се използват комбинации от кратки поетични форми на японското хайку [11, 13], като например:

„Светулките изсипват
светъл дъжд
по пясъка крайбрежен.“
Тохо

„Прекрасно –
да не кажеш „Животът е кратък“
при блясък на мълния.“
Башо

„Пълнолуние.
Върху рогозката на пода –
тъмната сянка на бора?
Кикаку

„Сянката на хълма през вратата влиза,
няма как да я избуташ.
Лунен блясък, разпилян по пода.
Да го изметеш не можеш.“
Кикаку

При някои уроци Ю. Карлуковска [13] предлага откъси от приказки и разкази, при други – се използват произведения на живопистта на Н. Ръорих в съпровод с мотиви от подходящо подбрани музикални произ-

ведения, при което уроците стават по-емоционални. В някои от уроците авторката предлага да се използват и стихове на младата бургаска поетеса П. Дубарова. Подходящ пример е четиристишието:

„А тя Луната, с блясък неподправен
от никого до днес не е гасена.
Тя истинска е може би защото,
е плът от благородната Вселена“.

Практиката показва че създадената емоционална атмосфера в уроците способства за по-ефективното усвояване на физичните знания, съпроводено не само с преживяванията на учениците, но и с тяхното активно участие.

Третата възможност за включване на методологични знания в обучението по физика е свързана с изучаването на топлинните явления и процеси в обучението по физика и се осъществява в 8. и 11. клас.

Първият пример е свързан възможностите за включване на някои методологически знания при изучаване на топлинните явления и процеси още в 8. клас. Проведените дидактически изследвания потвърдиха нашите хипотези, че чрез подходящи методи на обучение това е напълно възможно. Част от резултатите при тези изследвания и техния анализ са отразени в работи [15–17]. Интерес представляват както резултатите, свързани с въвеждането на методологични знания за емпиричните методи наблюдение, измерване и експеримент, така и резултатите, свързани с усвояването на тези знания и формирането на методологични умения у учениците при изучаване на топлинните явления и процеси в 8 клас [15]. Включването на метода моделиране при изучаването на идеален газ позволява на учениците да задълбочат своите знания за идеален газ и за физичните величини, които го характеризират, в зависимост от физичната теория, която се използва. Това позволява на учениците по-лесно да разграничават идеален от реален газ [16].

При изучаване на първия принцип на термодинамиката бяха включени методологични знания [17], с цел след това учениците по-лесно да преминат към усвояване на знания, свързани с изучаване структурните елементи на една физична теория. За систематизиране и обобщаване на физичните знания при изучаване на съответните теории, като се отчитат възрастовите особености на учениците в 8. клас, бяха включени методи на теоретичното познание като анализ, сравнение, синтез, моделиране, за да могат учениците да разберат и усвоят структурните елементи на една

физична теория – основа, ядро и следствия. На тази база беше направено сравнение между термодинамиката и молекулно-кинетичната теория, особеностите при построяването на едната и на другата теория, областите на приложимост на съответната теория.

Вторият пример е свързан с разработването и апробирането в училище на курс „Топлинни явления и процеси“ [18] за целите на избираемата подготовка по физика в 11. клас. В учебната програма и в учебното съдържание на курса не само се актуализират, разширяват и задълбочават физичните знания на учениците, но се включват и необходимите методологични знания по физика. Образователните и възпитателни цели на този курс са свързани както с усвояването от учениците на система от физични знания за топлинните явления и процеси с помощта на системно-структурния подход, така и с усвояването на система от методологични знания и умения от посочените четири направления в раздел 2. „Определяне на проблема“ в настоящата работа.

Учебната програма на на курса „Топлинни явления и процеси“ [18,19] включва следните теми:

1. Натурфилософски школи в античността.
2. Физичната теория като система от физични и методологични знания.
3. Динамически и статистически теории във физиката
4. Проблемът „хаос – ред“ във физиката.
5. Ентропията – мярка за молекулният хаос.
6. Методът на моделиране при изучаване на газове.
7. Физични величини, характеризиращи молекулите и тяхното движение.
8. Строеж и свойства на веществата в трите агрегатни състояния.
9. Физични теории за топлинните процеси в газове.
10. Енергетичен подход при топлинните явления и процеси.
11. Фазови преходи.
12. Ентропията като мярка за необратимостта на топлинните процеси.
13. Ентропията във философски и методологичен аспект.
14. Процесите на пренос във веществото.
15. Енергията и ентропията при топлинните процеси в природата.
16. Лабораторен практикум.
17. Учебна конференция „Термодинамиката и молекулно-кинетичната теория за топлинното движение на материята“.

Съобразно учебната програма беше разработено и конкретно учебно съдържание за всяка тема от курса и съответните методически бележки, които да подпомогнат учителя при подготовката и провеждането на учебните занятия [18].

Част от темите са свързани и с въвеждането на новото понятие *ентропия* и включването на методологични знания, свързани както с методите на научното познание, така и с методологичните принципи на физиката. Подробна са представени и етапите на формиране и развитие на това понятие във фактологичен и в методологичен аспект.

При разработката на учебното съдържание многократно бяха използвани интердисциплинарните връзки на физиката с математиката, химията и биологията. Интересни резултати се получиха при дидактическите експерименти в училище, когато се реализираха интегративните връзки на физиката с философията при изучаване на темата „Ентропията във философски и методологичен аспект“. С цел мотивиране на учениците от необходимостта за въвеждане на новото понятие *ентропия* бяха осъществени и интегративните връзки физика – изкуство (живопис) при изучаване на темата „Проблемът „хаос – ред“ във физиката, при което се използваха резултати от научните изследвания на художника Ц. Цеков-Карандаш върху картината на Леонардо да Винчи „Тайната вечеря“.

Резултатите от проведените дидактически експерименти в училище, тяхната статистическа обработка и анализ, както и съответните изводи са подробно представени в дисертационния труд на В. Димова [18] и са включени в други публикации.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблемът за включване на методологични знания в обучението по физика е свързан не само с образователните стандарти и учебните програми по физика за задължителна и профилирана подготовка в училище, но и със структурирането на съответното учебно съдържание. Актуалността на този проблем е свързана и с развитието на методиката на обучение по физика като наука, защото изисква целенасочено провеждане на емпирични и теоретични изследвания в тази насока. Във връзка със съвременната парадигма на образованието физичните и методологични знания трябва да бъдат представени в едно диалектично единство. Дидактическите цели, които трябва да се реализират в учебно-възпитателният процес при обучението по физика в училище са тясно свързани с формирането на система от физични знания както в задължителната, така и в избираемата

подготовка по физика. Методологичните знания надграждат частнонаучните знания и в този смисъл те реално спомагат за формирането и развитието на научния мироглед на учениците в обучението по физика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Учебни програми за задължителна и профилирана подготовка IX – XII клас IV част, Културнообразователна област: Природни науки и екология. МОН, София, 2003 .
2. Димитрова, В. *Физика*, **4**, 2004, 13.
3. Голин, Г. М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы, Москва, 1987.
4. Николов, Ст., Р. Маврова, Методи на научното познание, Пловдив, 1993.
5. Давыдов, В. Проблемы развивающего обучения, Педагогика, Москва, 1986.
6. Основы методики преподавания физики, Москва, 1984.
7. Димитрова, В., В. Колчева, Сборник доклади от XI Национална конференция по въпроси на обучението по физика, Варна, 1983, 192.
8. Иванова, Л. Формиране на обобщени умения у учениците при изучаване на раздел „Ток в различни среди“, Дипломна работа – СДК, София, 1991.
9. Димитрова, В., Л. Иванова, *Физика*, **2**, 1998, 15.
10. Колчева, В. Оптични явления (факултативен курс по физика за 11 клас), Дипломна работа – СДК, София, 1990.
11. Димитрова, В. Доклади от XXIV Национална конференция по въпроси на обучението по физика, Габрово, 1996.
12. Иванова, Л. Доклади от XXIV Национална конференция по въпроси на обучението по физика, Габрово, 1996.
13. Карлуковска, Ю. Връзка между наука, литература и изкуство в раздела „Оптика“ в 7 клас, Дипломна работа, София, 1992.
14. Димитрова, В., Ю. Карлуковска, Сборник доклади от XXII Национална конференция по въпроси на обучението по физика, Стара Загора, 1994, 89.
15. Димитрова В., В. Димова, Сборник доклади от XXVII Национална конференция по въпроси на обучението по физика, Казанлък, 1999, 183.
16. Димитрова В. В. Димова, Сборник доклади от XXVIII Национална конференция по въпроси на обучението по физика, Свищов, 2000, 15.
17. Димова, В. Сборник доклади от XXVIII Национална конференция по въпроси на обучението по физика, Свищов, 2000, 182.
18. Димова, В. Изграждане на методологични знания и умения по физика при изучаване на топлинните явления и процеси в училище, Докторска дисертация, София. 2001.
19. Димитрова, В., В. Димова, *Физика*, **1**, 2001, 20.

Постъпила декември 2008 г.

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