

УВОДЗІНЫ

Адным з галоўных крытэрыяў глыбіні і трываласці ведаў вучняў сярэдняй школы па фізіцы з'яўляецца ўменне прымяняць гэтыя веды пры рашэнні задач. Узровень сфарміраванасці гэтага ўмення з'яўляецца адной з асноўных характарыстык арганізацыі вучэбнага працэсу па фізіцы.

Аналіз псіхалага-педагагічнай і навукова-метадычнай літаратуры па дадзенай праблеме, практычнага вопыту выкладання фізікі ў школе і ВНУ паказвае, што ўмоўна можна вылучыць наступныя прычыны, якія абумоўліваюць нізкі ўзровень сфарміраванасці ў школьнікаў абагульненага ўмення па рашэнню фізічных задач:

1. Адсутнасць ведаў аб структуры фізічнай задачы і асноўных этапах яе рашэння, аб агульных прыёмах аналізу сітуацыі і пошуку фізічных паняццяў, законаў і тэорый, якія можна выкарыстаць для яе рашэння.

2. Шырыня і неўпарадкаванасць тэарэтыка-інфармацыйнага базісу фізічных задач і адсутнасць тэарэтычных ведаў аб агульных метадах рашэння задач.

3. Адсутнасць агульнай арыентацыйнай асновы дзейнасці па рашэнню пэўных класаў задач, што ўскладняе параўнанне сітуацыі задачы з тэарэтыка-інфармацыйным базісам, на аснове якога яе можна рашыць.

4. Нізкі ўзровень сфарміраванасці ў школьнікаў працэдур дзейнасці, якія з'яўляюцца інварыянтнымі адносна канкрэтнай фізічнай задачы.

5. Недастатковы ўзровень засваення зместу і структуры дзейнасці па метадыцы рашэння вучэбных задач самімі настаўнікамі фізікі.

Адным з перспектывіўных напрамкаў удасканалення падрыхтоўкі настаўніка да дзейнасці па фарміраванню ў школьнікаў абагульненага ўмення рашаць задачы па фізіцы з'яўляецца, па наш погляд, распрацоўка і ўкараненне ў вучэбны працэс сярэдняй школы метадычнага забеспячэння, якое дасць магчымасць кіраваць працэсам гэтай дзейнасці на аўрыстычным узроўні, з выкарыстаннем актыўных метадаў і форм навучання і камп'ютэрных

тэхналогій дыягностыкі, кантролю і карэкцыі пэўных дзеянняў школьнікаў у працэсе рашэння вучэбнай задачы. Стварэнне такога забеспячэння прадугледжвае, у першую чаргу, распрацоўку агульнага квазіалгарытму рашэння вучэбнай задачы па фізіцы і квазіалгарытмаў рашэння вучэбных задач па асноўных тэмах курса фізікі; сцэнарыяў дыдактычных і дзелавых гульняў па рашэнню задач; праграмна-педагагічных сродкаў для дыягностыкі навучання, кантролю і карэкцыі дзейнасці па рашэнню задач. У прапануемым дапаможніку прыведзены агульны квазіалгарытм даследавання фізічных сістэм, распрацаваныя на яго аснове прыватныя квазіалгарытмы рашэння задач па асноўных тэмах механікі і малекулярнай фізікі і эўрыстычныя арыенцірыда іх. На канкрэтных прыкладах разглядаюцца выкарыстанне прыватных квазіалгарытмаў у працэсе рашэння тыповых задач па асноўных тэмах курсаў механікі і малекулярнай фізікі.

Для дыягностыкі і кантролю засваення тэарэтычных ведаў і ўзроўню сфарміраванасці практычных уменняў па выкарыстанню гэтых ведаў у працэсе рашэння задач па кожнай тэме прапануецца сістэма тэставых заданняў па трох узроўнях складанасці.

Тэставыя заданні першага ўзроўню з'яўляюцца закрытымі. Па дзесяцібальнай шкале яны адпавядаюць другому-трэцяму ўзроўням вучэбных дасягненняў і разлічаны на дыягностыку і кантроль засваення асноўных паняццяў, формул і законаў тэмы. Выкананне заданняў гэтага ўзроўню зводзіцца да выбару правільнага адказу з чатырох варыянтаў на аснове прыпамінання вучэбнага матэрыялу або нескладаных разлікаў. Пасля іх выканання неабходна толькі зафіксаваць адказ.

Тэставыя заданні другога ўзроўню больш складаныя. Яны з'яўляюцца адкрытымі і разлічаны на 4—8 лагічных аперацый. Па дзесяцібальнай шкале яны адпавядаюць трэцяму-чацвёртаму ўзроўням вучэбных дасягненняў. Выкананне заданняў гэтага ўзроўню патрабуе больш абагульненых ведаў па курсе механікі і малекулярнай фізікі і ўменняў выкарыстоўваць гэтыя веды ў стандартных сітуацыях.

Тэставыя заданні трэцяга ўзроўню патрабуюць творчага выкарыстання ведаў. Па дзесяцібальнай шкале яны адпавядаюць чацвёртаму-пятаму ўзроўням вучэбных дасягненняў.

Выкананне заданняў другога і трэцяга ўзроўняў складанасці абавязкова павінна суправаджацца кароткімі пісьмовымі тлумачэннямі (рысункі, графікі, разлікі, абгрунтаванне магчымасці выкарыстання пэўных фізічных паняццяў, формул, законаў і інш.), на аснове аналізу якіх можна меркаваць аб ступені самастойнасці ў працэсе работы над імі.

Заданні першага і другога ўзроўняў складанасці прызначаны для дыягностыкі і кантролю навучання фізіцы на базавым узроўні. З імі павінны справіцца ўсе вучні. Выкананне заданняў трэцяга ўзроўня з'яўляецца абавязковым толькі пры паглыбленым вывучэнні фізікі. Гэтыя заданні можна прапанаваць пры падрыхтоўцы да алімпіяд і цэнтралізаванага тэсціравання па фізіцы.

З улікам структуры заданняў і іх складанасці адно заданне першага ўзроўня складанасці павінна быць выканана за 3—4 минуты, другога — за 7—8 минут, трэцяга — за 10—12 минут. За правільна выкананае заданне першага ўзроўня налічваецца ад аднаго да чатырох балаў, другога — ад пяці да васьмі балаў, трэцяга — ад сямі да дзесяці балаў. За заданні другога і трэцяга ўзроўняў складанасці можна налічваць у 4 разы меншую колькасць балаў пры наяўнасці правільных лагічных крокаў па рашэнню задачы і ў выпадку, калі адказ няправільны. За заданне пятага ўзроўня налічваецца 8—9 балаў пры наяўнасці неістотных памылак і 6—7 балаў, калі рашэнне не даведзена да лагічнага канца.

Ацэнка вызначаецца значэннем каэфіцыента засваення матэрыялу тэмы, які разлічваецца па формуле $K = N/N_0$, дзе N_0 — максімальная колькасць балаў, N — колькасць набраных балаў. Калі з прапанаванай сістэмы тэстаў па тэме выконваецца 10 заданняў, то $N_0 = 100$ (гл. табл.).

Колькасць балаў (100-бальная шкала)	10-бальная сістэма ацэнкі	Колькасць балаў (100-бальная шкала)	10-бальная сістэма ацэнкі
2—10	1	56—65	6
11—20	2	66—75	7
21—35	3	76—89	8
36—45	4	90—95	9
46—55	5	96—100	10

Для скарачэння фармулёвак тэставых заданняў у іх не прыводзяцца сімвалічныя абазначэнні фізічных велічынь, а толькі даюцца іх лікавыя значэнні, акрамя таго, замест тэрмінаў «модуль скорасці», «модуль паскарэння», «модуль сілы», «модуль імпульсу» і інш. выкарыстоўваюцца тэрміны «скорасць», «паскарэнне», «сіла», «імпульс» і інш.

Раздзел 1. АГУЛЬНЫ МЕТАДЫЧНЫ ПАДЫХОД ДА РАШЭННЯ ЗАДАЧ ПА ФІЗІЦЫ

1.1. Макраструктура дзейнасці па рашэнню вучэбнай задачы па фізіцы

Асноўнымі кампанентамі сфармуляванай фізічнай задачы з'яўляюцца яе ўмовы A і патрабаванні B . Умовы — гэта тая частка задачы, якая змяшчае даныя аб фізічных аб'ектах, з'явах і працэсах, што маюць дачыненне да сітуацыі, анісанай у задачы (вядомыя фізічныя велічыні, якія характарызуюць станы фізічных аб'ектаў, графікі, што адлюстроўваюць пераходы аб'ектаў з аднаго стану ў другі, фізічныя пастаянныя і інш.).

Патрабаванні — гэта частка задачы, у якой сфармулявана мэта яе рашэння, г. зн. тое, што неабходна вызначыць у выніку рашэння: знайсці невядомую фізічную велічыню; даказаць наяўнасць (адсутнасць) той або іншай адносіны (уласцівасці); сканструяваць або пераўтварыць аб'екты задачы і інш.

Усведамленне умоў і патрабаванняў з'яўляецца першым крокам на шляху пошуку рашэння. Паколькі інфармацыя, якая прыведзена ва ўмовах задачы, звычайна недастаткова, то для яе рашэння неабходна знайсці дадатковыя даныя, якія ўваходзяць у тэарэтыка-інфармацыйны базіс задачы.

У тэарэтыка-інфармацыйны базіс C задачы ўваходзяць асноўныя фізічныя паняцці, азначэнні фізічных велічынь, фізічныя законы і формулы, што з'яўляюцца іх матэматычнымі мадэлямі. Акрамя таго, у інфармацыйны базіс уваходзяць задачы, спосаб рашэння якіх вядомы. Менавіта тэарэтыка-інфармацыйны базіс з'яўляецца тэарэтычнай асновай, якая вызначае спосаб рашэння задачы.

Базіс лічыцца вядомым, калі тэарэтычныя палажэнні, на якіх грунтуецца рашэнне задачы, яўна вынікаюць з яе умоў і патрабаванняў. Калі ж для таго каб знайсці інфармацыйны базіс, неабходна ажыццявіць дадатковыя пераўтварэнні умоў і патрабаванняў задачы, то базіс лічыцца невядомым. Выяўленне суадносін паміж умовамі і патрабаваннямі дае магчымасць вызначыць і часткова упарадкаваць інфармацыйны базіс задачы і на гэтай аснове вылучыць тыя тэарэтычныя працэдуры і практычныя прыёмы, якія складаюць спосаб яе рашэння D .

Способ рашэння — гэта паслядоўнасць дзеянняў, што выконваюцца на аснове палажэнняў і фармацыйнага базісу, прымянення якіх да ўмоў задачы або да прамежкавых вынікаў дае магчымасць вызначыць невядомае. Способ рашэння канкрэтнай задачы залежыць ад яе ўмоў і патрабаванняў, і для большасці вучэбных задач па фізіцы можа быць прадстаўлены ў выглядзе квазіалгарытму, які раскрывае структуру дзейнасці па пошуку плана рашэння.

У адпаведнасці з агульным метадычным падыходам да рашэння фізічных задач макраструктура дзейнасці па рашэнню сфармуляванай фізічнай задачы складаецца з наступных асноўных этапаў: аналіз задачы; пошук і складанне плана яе рашэння; рашэнне задачы ў агульным выглядзе і лічбавыя разлікі; аналіз рашэння і даследаванне яго вынікаў; складанне задачы з дадзенай структурай; навукова-метадычны аналіз працэсу рашэння задачы і яе выкарыстанне ў практычнай дзейнасці.

Аналіз прадугледжвае перафармулёўку задачы і складанне на яе аснове ідэальнай задачы, якая з'яўляецца фізічнай мадэллю зыходнай, вылучэнне фізічнай сістэмы з аб'ектнай вобласці ідэальнай задачы і стварэнне фармалізаванай знакавай мадэлі зыходнай задачы.

Пошук і складанне плана рашэння ідэальнай задачы прадугледжваюць выяўленне тых фізічных паняццяў, законаў і тэорый, з дапамогай якіх можна апісаць фізічную сістэму, што была вылучана ў працэсе аналізу; канчатковы выбар законаў, якія неабходны для рашэння задачы, і стварэнне матэматычнай мадэлі ідэальнай задачы.

Рашэнне задачы ў агульным выглядзе зводзіцца да рашэння сістэмы ўраўненняў (няроўнасцей), якія з'яўляюцца матэматычнай мадэллю задачы, рацыянальным (з пункту гледжання матэматыкі) спосабам.

Аналіз і даследаванне вынікаў праводзіцца для таго, каб вызначыць, у якой ступені рашэнне адпавядае зыходным умовам і патрабаванням; ацаніць уплыў рабочых дапушчэнняў, якія былі зроблены ў працэсе рашэння; праверыць вынікі рашэння задачы ў прыватных выпадках і інш.

Складанне новай задачы на аснове дадзенай дае магчымасць правесці аналіз зыходнай сітуацыі яшчэ раз, ацаніць ролю пэўных умоў, абмежаванняў і спрашчэнняў, якія былі зроблены ў працэсе

рашэння зыходнай задачы, і скласці на яе аснове новую. Складанне задачы прадугледжвае яе абавязковае рашэнне, карэкцыю ўмоў і патрабаванняў у адпаведнасці з вынікамі гэтага рашэння і канчатковую фармулёўку складзенай задачы.

Навукова-метадычны аналіз працэсу рашэння задачы ставіць за мэту вызначэнне ступені адпаведнасці задачы і яе тэарэтыка-інфармацыйнага базісу ўзроўню наяўных ведаў школьнікаў па фізіцы і матэматыцы, ацэнку эфектыўнасці метаду, які быў выкарыстаны для рашэння, і выяўленне магчымасці пераносу гэтага метаду на другія задачы і інш.

Разгледзім больш падрабязна аперацыі, якія ўваходзяць у склад пэўных макраэлементаў дзейнасці па рашэнню вучэбнай фізічнай задачы.

Аналіз задачы прадугледжвае выкананне наступных аперацый:

1. Выяўленне матэрыяльных аб'ектаў, якія маюць дачыненне да сітуацыі, што разглядаецца ў задачы.
2. Вызначэнне колькасці якасна розных ідэальных аб'ектаў, якія адпавядаюць рэальным аб'ектам задачы.
3. Вызначэнне агульнай колькасці ідэальных аб'ектаў кожнага віду, неабходных для таго, каб апісаць сітуацыю задачы.
4. Вызначэнне ліку станаў кожнага ідэальнага аб'екта.
5. Вызначэнне параметраў кожнага ідэальнага аб'екта ў пэўным стане.
6. Фармуляванне ідэальнай фізічнай задачы, якая адпавядае зыходнай.
7. Наглядную інтэрпрэтацыю зместу і структуры зыходнай задачы (рысунак, схема, графік і ш.ш.).

У працэсе пошуку і складання плана рашэння ідэальнай фізічнай задачы неабходна выкананне наступных аперацый:

1. Выяўленне дамінуючых ідэальных фізічных аб'ектаў, якія з'яўляюцца асновай для канструявання фізічных сістэм.
2. Выбар фізічнай сістэмы для даследавання і вызначэнне яе тыпу.
3. Аналіз характару знешніх і ўнутраных узаемадзеянняў даследуемай фізічнай сістэмы.
4. Вызначэнне колькасці станаў даследуемай фізічнай сістэмы і параўнанне параметраў кожнага з ідэальных аб'ектаў фізічнай сістэмы ў гэтых станах.

5. Аналіз прычын змены параметраў кожнага з ідэальных аб'ектаў сістэмы пры пераходзе з аднаго стану ў другі.

6. Увядзенне рабочых дапушчэнняў на конт даследуемай фізічнай сістэмы.

7. Фармуляванне рабочай гіпотэзы адносна магчымых варыянтаў тэарэтыка-інфармацыйнага базісу для апісання фізічнай сістэмы і выбар фізічных паняццяў, законаў і тэорый, якія адпавядаюць гэтай гіпотэзе.

8. Складанне матэматычнай мадэлі фізічнай сістэмы, якая адпавядае рабочай гіпотэзе, г. зн. запіс ураўненняў (няроўнасцей), якія адлюстроўваюць прычинна-выніковыя сувязі паміж змяненнямі станаў і ўздзеяннямі на аб'екты фізічнай сістэмы і ўраўненняў (няроўнасцей), якія адлюстроўваюць функцыянальныя залежнасці паміж параметрамі фізічнай сістэмы.

9. Ажыццяўленне праверкі матэматычнай мадэлі фізічнай сістэмы з мэтай выяўлення магчымасці знаходжання невядомых велічынь.

Пошук плана рашэння залежыць ад колькасці неведомых кампанентаў задачы, якія мы ўмоўна абазначым XYZ .

Для задач са структурай $ACDB$ і $ACDX$ этап пошуку плана рашэння адсутнічае, паколькі ён з'яўляецца вядомым. Калі структура задачы мае выгляд $ACXB$ або $ACXY$, то пошук плана рашэння ажыццяўляецца паралельна з аналізам задачы і заканчваецца праверкай яе матэматычнай мадэлі.

У задачах са структурай $AXYB$ і $AXYZ$ этап пошуку плана рашэння звязаны з творчай дзейнасцю. У працэсе рэалізацыі гэтага плана ажыццяўляецца паўторны, больш падрабязны, аналіз умоў і патрабаванняў задачы, фармулююцца рабочыя гіпотэзы адносна магчымых варыянтаў тэарэтыка-інфармацыйнага базісу для апісання вылучаных фізічных сістэм, выбіраецца метады рашэння.

Заўважым, што аперацыі, якія прадугледжаны этапам пошуку і складання плана рашэння ідэальнай задачы, неабходна выканаць для кожнай з вылучаных фізічных сістэм.

Навукова-метадычны аналіз працэсу рашэння вучэбнай задачы прадугледжвае выкананне наступных аперацый:

1. Вызначэнне адпаведнасці зместу задачы ўзроўню ведаў школьнікаў аб яе структуры і працэсе рашэння.

2. Вызначэнне адпаведнасці паміж тэарэтыка-інфармацыйным базісам задачы і ўзроўнем наяўных ведаў школьнікаў і іх развіццём.

3. Выяўленне пераваг і недахопаў спосабу, які быў выкарыстаны для рашэння задачы, у параўнанні з другімі спосабамі яе рашэння.

4. Складанне квазіалгарытму або эўрыстычнага прадпісання па рашэнню пэўнага класа задач.

1.2. Агульны квазіалгарытм рашэння вучэбнай задачы па фізіцы

Аналіз зместу і структуры дзейнасці па рашэнню вучэбнай фізічнай задачы ў адпаведнасці з асноўнымі этапамі яе рашэння, якія разгледжаны вышэй, дае магчымасць скласці агульны квазіалгарытм рашэння вучэбных задач па фізіцы. Прымяненне квазіалгарытму прадугледжвае выкананне наступных дзеянняў:

1. Вылучэнне фізічных аб'ектаў задачы і іх замену ідэальнымі фізічнымі мадэлямі.

2. Выбар сістэмы адліку і увядзенне яе ідэальнай фізічнай мадэлі.

3. Вылучэнне дамінуючых фізічных аб'ектаў і выбар фізічнай сістэмы для даследавання.

4. Аналіз знешніх і ўнутраных узаемадзеянняў выбранай фізічнай сістэмы і вызначэнне яе тыпу.

5. Увядзенне кінематычных, дынамічных і энергетычных характарыстык знешніх і ўнутраных узаемадзеянняў фізічнай сістэмы.

6. Выяўленне магчымасці апісання выбранай сістэмы кінематыка-дынамічным або энергетычным спосабам.

7. Выбар фізічных законаў для апісання фізічнай сістэмы.

8. Запіс законаў руху і (або) законаў захавання для аб'ектаў, што ўваходзяць у склад фізічнай сістэмы.

9. Адлюстраванне на схематычным рысунку кінематычных, дынамічных і энергетычных характарыстык фізічнай сістэмы.

10. Праецыраванне вектарных велічынь на восі каардынат.

11. Рашэнне сістэмы скалярных ураўненняў у агульным выглядзе.

12. Аналіз вынікаў рашэння ў агульным выглядзе.

13. Выкананне лікавых разлікаў і іх аналіз.

14. Ажыццяўленне навукова-метадычнага аналізу працэсу рашэння задачы.

Зробім некаторыя тлумачэнні да прыведзенага квазіалгарытму.

У якасці фізічных аб'ектаў задачы могуць выступаць фізічныя целы (цвёрдыя, вадкія, газападобныя) або палі (гравітацыйнае, электрычнае, магнітнае, электрамагнітнае). Прычым частка з гэтых аб'ектаў называецца ў задачы ўяўным выглядзе, а частка ў няяўным.

Фізіка як навука мае справу не з рэальнымі фізічнымі аб'ектамі, а з іх ідэальнымі фізічнымі мадэлямі. Аналіз гэтых мадэляў дае магчымасць выявіць заканамернасці, якім падпарадкоўваюцца пэўныя класы рэальных аб'ектаў. Так, мадэллю рэальнага цела ў механіцы з'яўляецца матэрыяльны пункт або сістэма матэрыяльных пунктаў, мадэллю рэальнага газу ў малекулярнай фізіцы з'яўляецца ідэальны газ, мадэллю зараджанага цела ў электрадынаміцы з'яўляецца пунктавы зарад, мадэллю поля з'яўляецца аднароднае поле і інш.

На ўзроўні вывучэння фізікі ў сярэдняй школе (акрамя класаў з паглыбленым вывучэннем) усе факты, паняцці і законы аналізуюцца адносна пэўнай інерцыяльнай сістэмы адліку, якая з'яўляецца ідэальнай мадэллю рэальнай сістэмы адліку (напрыклад, сістэмы адліку, якая звязана з паверхняй Зямлі). Таму выбар сістэмы адліку з'яўляецца неабходным для рашэння любой задачы па фізіцы.

Да дамінуючых (галоўных) аб'ектаў задачы адносяцца тыя аб'екты, адносна якіх сфармуляваны патрабаванні задачы.

Фізічнай сістэмай называюць аб'ект або групу аб'ектаў, прымяненне да якіх пэўных фізічных паняццяў, законаў і тэорый дае магчымасць рашыць задачу. Пры канструяванні фізічных сістэм з аб'ектаў задачы трэба кіравацца наступным: па-першае, у склад сістэмы павінен уваходзіць хоць адзін з дамінуючых аб'ектаў; па-другое, колькасць аб'ектаў, што ўваходзяць у склад сістэмы, павінна быць мінімальнай. Пачынаць канструяванне трэба з разгляду фізічных сістэм, якія змяшчаюць адзін з дамінуючых аб'ектаў.

У залежнасці ад наяўнасці або адсутнасці ўзаемадзеянняў выбранай фізічнай сістэмы з аб'ектамі, што не ўваходзяць у яе склад, адрозніваюць замкнёныя і незамкнёныя фізічныя сістэмы. Да замкнёных адносяцца сістэмы, якія не ўзаемадзейнічаюць са знешнімі аб'ектамі або ўзаемадзейнічаюць з імі так, што знешнія ўзаемадзеянні скампенсаваныя. Незамкнёнымі называюцца фізічныя сістэмы, якія ўзаемадзейнічаюць са знешнімі аб'ектамі, прычым гэтыя ўзаемадзеянні не скампенсаваныя.