Ю.П. МИНАЕВ

ИЗБРАННОЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ…….6

ГЛАВА 1

1. Проблема разработки таксономии требований к абитуриенту физического факультета университета *(Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська)*……. 7

2. Обоснование развивающих технологий обучения: доказательство от противного *(Ю.П. Минаев, П.И. Самойленко, М.Н. Цыганок)*..... 17

3. Вплив системи оцінювання навчальних досягнень на вибір методів навчання *(О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв, М.М. Циганок)*……..... 25

4. Психологічний аналіз стратегій засвоєння навчального матеріалу з фізики *(І.П. Кенєва, Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська)*…….. 37

5. Залежність якості засвоєння школярами і студентами навчального матеріалу з фізики від рівня їхнього формального мислення *(І.П. Кенєва, Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська)*…….. 48

6. Проблема навчального посібника для математичної підтримки поглибленого курсу фізики *(Ю.П. Мінаєв, І.П. Кенєва, А.М. Андрєєв)*…… 60

7. Інтеграція знань з механіки та математики в старшій школі фізико-математичного профілю *(О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв)*…… 69

8. Концепція підготовчих вправ у застосуванні до технологізації формування вміння розв'язувати фізичні задачі *(Ю.П. Мінаєв)*…… 79

ГЛАВА 2

9. Знайомство з рядом Тейлора і розвиток критичного мислення *(О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв)*…….. 95

10. Про використання ряду Тейлора при вивченні поглибленого курсу фізики *(О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв)*…… 108

11. Перші кроки у прогнозуванні властивостей відповідей фізичних задач *(Ю.П. Мінаєв)*..... 122

12. Зависимость формы атомных электронных облаков от квантовых чисел: разночтения в учебной литературе *(О.А. Марченко, Ю.П. Минаев)*…… 135

13. Про доцільність повернення понять тензора інерції і еліпсоїда інерції до навчальних посібників з фізики для студентів українських вишів *(І.П. Кенєва, О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв)*…… 146

ГЛАВА 3

14. Мова фізики як система знаково-символічних засобів *(Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська)*..... 159

15. Урахування специфіки розумових процесів при розробці методики навчання учнів мови фізики *(Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська)*……. 171

16. Вправи для навчання учнів мови фізики *(Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська)*……. 184

17. Елементи методики ознайомлення учнів із синтаксичними засобами навчальних фізичних текстів *(Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська)*..... 196

18. Метод ключових слів при роботі з текстами умов і розв'язків фізичних задач *(Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська)*…… 210

ГЛАВА 4

19. Проблемы и перспективы применения соционики в деле разработки личностно-ориентированной дидактики физики *(И.П. Кенева, Ю.П. Минаев, Д.Ю. Шишлов)*…… 221

20. Проблема учета соционического типа будущего специалиста в процессе формирования его профессиональных качеств *(И.П. Кенева, О.А. Марченко, Ю.П. Минаев)*……. 235

21. На шляху до диференціальної дидактики фізики *(І.П. Кенєва, О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв)*…… 249

22. Соционика как учебная дисциплина в цикле гуманитарной и социально-экономической подготовки учителей физики *(И.П. Кенева, О.А. Марченко, Ю.П. Минаев)*…… 260

ПРЕДИСЛОВИЕ

Мы почти уверены, что эта книга очень понравится Юрию Павловичу, что он найдет там множество ошибок, — от банальных опечаток до не вполне логичного порядка расположения статей — которые с удовольствием начнет исправлять, и наверняка вспомнит, что даже идея создания этой книги принадлежит ему самому.

Именно поэтому мы решили взять на себя смелость и собрать в этой книге некоторые статьи, написанные как им самим, так и в соавторстве с нами. Эти 22 статьи — лишь небольшая доля имеющихся публикаций, не говоря уже об огромном количестве всевозможных заданий и упражнений для учащихся и студентов.

Читая текст получившейся книги, мы в очередной раз осознали, что нам очень повезло участвовать в столь интересных исследованиях. А что касается полученных результатов, то узнать о них было бы полезно многим: преподавателям, школьным учителям, студентам, да и самим школьникам и их родителям.

Наталья Тихонская,
Оксана Марченко,
Ирина Кенева,
Андрей Андреев

Запорожье, 2010

ГЛАВА 1

Идея, которая сначала не кажется безумной, — безнадежна.
Альберт Эйнштейн

ПРОБЛЕМА РАЗРАБОТКИ ТАКСОНОМИИ ТРЕБОВАНИЙ К АБИТУРИЕНТУ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА УНИВЕРСИТЕТА[1]

Ю.П. Минаев, Н.И. Тихонская

Как готовить школьников к продолжению физического образования в университете? Раньше этот вопрос не стоял так остро. Во многих случаях вполне было достаточно того уровня подготовки, который абитуриенты получали в обычных средних школах.

За последнее десятилетие произошли перемены как в средней, так и в высшей школе, а также во взаимоотношениях между ними. В высшей школе значительно сократилось количество аудиторных занятий, иногда в 1,5–2 раза. Практически перестали выделять время преподавателям на индивидуальную работу со студентами. Такое положение дел автоматически повышает требования к самостоятельности студентов. Причем здесь идет речь не только об умении

[1] ***Статья опубликована в сборнике научных трудов Каменец-Подольского государственного университета*** (Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2003. — Випуск 9. — С. 108-110).

настроить себя на самостоятельную работу, но и о навыках, необходимых непосредственно для выполнения соответствующей познавательной деятельности.

Что же происходит в средней школе? Физико-математический компонент образования под лозунгом гуманитаризации урезается до такой степени, что перестает выполнять свои функции. В целом прогрессивная идея профильности старшего звена средней школы на деле привела к тому, что многие средние учебные заведения перестали ориентировать своих выпускников на поступление в те вузы, где предполагается продолжение физического образования. Школьные экзамены по физике стали необязательными.

В конкурентной борьбе за хоть каких-нибудь абитуриентов многие высшие учебные заведения отменили вступительные экзамены по физике, несмотря на то, что в их учебные планы для студентов физика входит как обязательный предмет фундаментальной подготовки. Таким образом, спрос на качественное школьное физико-математическое образование резко упал. Поступление на физические факультеты университетов и в технические вузы стало возможным с уровнем подготовки значительно более низким, чем обеспечивали в свое время обычные средние школы.

Если раньше поступление в высшее учебное заведение давало при серьезном отношении к студенческим обязанностям надежду на более или менее успешную учебу, то сейчас барьер вступительных экзаменов стал практически незаметным, и его без особых проблем преодолевают те абитуриенты, которые совершенно не готовы к продолжению физического образования. Дело усугубляется тем, что вузы вынуждены по материальным соображениям набирать заметную часть студентов на контрактной основе. Для этой категории абитуриентов двери высших учебных заведений широко

открыты, и при входе спрашивают фактически только квитанцию об оплате образовательных услуг.

Здесь уместно вернуться к роли физико-математического компонента среднего образования. Обратившись к учебному пособию доктора психологических наук В.Н. Дружинина «Психология общих способностей», можно найти ответ на вопрос о том, какой тип интеллекта должен быть развит для успешного усвоения определенных групп учебных предметов [1, с. 264]. Оказывается, что для освоения гуманитарных дисциплин достаточно вербального мышления, для естественнонаучных дисциплин (биология, география и пр.) кроме того требуется пространственное мышление, а для физико-математических дисциплин – и вербальное, и пространственное, и формальное.

По теории известного швейцарского психолога Ж.Пиаже, в когнитивном развитии ребенка после стадии конкретных операций, которая в среднем занимает возраст от 7 до 11-12 лет, идет стадия формальных операций. На этой стадии умственная деятельность основана на способности оперировать гипотетическими утверждениями и не ограничена чисто практическим опытом. Однако, как показали последующие исследования, не все люди переходят на эту стадию [2, с. 172]. Почему это происходит? Некоторые исследователи констатируют тот факт, что отсутствие школьного обучения приводит к остановке интеллектуального развития, понимаемого как любое качественное изменение, вскоре после 9 лет [3, с. 102].

Однако, очень важным является не только вопрос о наличии или отсутствии школьного обучения, но и вопрос о его содержании. Исключение физико-математического компонента из школьного образования приводит к недоразвитости формального мышления. Наши исследования показали, что

проблемы с формальным мышлением накладывают жесткие ограничения на успехи в усвоении курса физики [4].

К какому же поведению учеников и учителей приводит сокращение времени, отводимого в средней школе на изучение предметов физико-математического цикла? В погоне за “выполнением программы” зачастую упускается самое главное — то, что крайне тяжело восполнить занятиями по другим учебным предметам – возможность перевести учащихся на качественно новый уровень мышления. В этих условиях математику и физику учат привычным способом — зубрежкой. О каких психологических новообразованиях в этом случае можно говорить?! Проведенное математическое моделирование процессов запоминания и забывания учебного материала показало бесперспективность этого пути [5]. Это же подтвердили прямые измерения уровня остаточных знаний по физике у школьников и студентов, когда объем проверяемого учебного материала был значительным [4]. Заметим, кстати, что отмена обязательных экзаменов за весь школьный курс маскирует проблему. Для того, чтобы заучить на короткий срок небольшой по объему учебный материал по физике, многим школьникам вполне хватает детской механической памяти. А по всему курсу их и не спрашивают. Создается впечатление благополучия. И, соответственно, не возникает потребности в развитии логической памяти, памяти взрослого культурного человека.

Бездумное “прохождение” программы средней школы по физике — это потеря времени именно в тот сенситивный период, когда должен происходить переход на качественно новую стадию когнитивного развития — на стадию формальных операций.

Конечно, хорошо бы было, если бы абитуриенты физического факультета и вышли на необходимый уровень мышления, и освоили в полном объеме школьную программу.

Но этот идеальный вариант трудно достижим даже в специализированных физико-математических школах. Что же касается варианта полноценного освоения программы по физике без перехода на стадию формальных операций, то он **принципиально невозможен**. Этот тезис был подтвержден нашими исследованиями. Но, к сожалению, он еще не является общепризнанным, и учителей по-прежнему заставляют “проходить программу”, а учеников подталкивают к бездумной зубрежке всей организацией учебного процесса. Негативное влияние существующей системы оценивания учебных достижений на выбор методов обучения хорошо прослеживается при математическом моделировании соответствующих дидактических процессов [6].

Таким образом, следует признать тупиковость направления школьного физического образования, ориентированного на “фаршировку” школьников фактическим учебным материалом и пренебрегающего (под предлогом необходимости успеть *вычитать* всю программу) развитием интеллектуальных способностей учащихся.

Вычитка программы школьной физики *не приводит* автоматически к столь желанным для приверженцев традиционных методов обучения знаниям, умениям и навыкам. Даже при всей добросовестности учеников и учителей получается лишь видимость изучения физики. Приобретенные изнурительной зубрежкой “знания” по физике имеют очень маленький *период полураспада*. И если учащиеся не научились восстанавливать основную часть забытого, используя лишь то, что у них сохранилось в памяти, *без повторения* по учебнику или конспекту, то они не готовы к продолжению физического образования в высшем учебном заведении.

Последнее утверждение может показаться слишком категоричным. Но исследования приводят нас к убеждению о существовании качественного различия в освоении

университетских курсов общей и теоретической физики между студентами, которые прошли в своем когнитивном развитии стадию формальных операций, и теми, которые остаются на конкретно-операционной стадии [4]. Именно факт наличия этого качественного различия нам хотелось бы подчеркнуть. На него не обращали внимания, пока доля студентов физических факультетов университетов, не вышедших на необходимый уровень умственного развития, была незначительной. Сейчас мимо него проходить нельзя.

В связи с этим возникает задача разработки таксономии требований к абитуриенту физического факультета университета с учетом сложившихся реалий сегодняшнего дня и перспектив на будущее. Это необходимо как для более целенаправленной работы в области дидактики физики, так и для правильной ориентации учителей и учащихся в тех требованиях, которые предъявляются к школьному физическому образованию в зависимости от перспектив его продолжения в высшем учебном заведении.

Как влияет на приоритет отдельных целей школьного физического образования перспектива его продолжения в университете? Что является наиболее важным? Чем можно пожертвовать в случае недостатка времени?

Из уже изложенного ясно, что без перехода на качественно новый уровень мышления (формально-операционную стадию) изучение физики в высшей школе теряет смысл: все равно после такого изучения практически ничего не остается. Что же касается фактического материала, то он будет повторяться в курсе общей, а затем и теоретической физики. Поэтому отдельные пробелы в знаниях школьного материала могут быть без проблем ликвидированы уже в вузе, если, конечно, в школьные годы были достаточно развиты необходимые интеллектуальные способности. Таким образом, именно развитие мышления следует считать основной задачей средней

школы, по крайней мере, если речь идет об обучении будущих абитуриентов физического факультета университета. Конечно, развитие мышления происходит на каком-то предметном материале. И физико-математический цикл дисциплин наиболее приспособленный для этой цели. Здесь легче, по сравнению с другими учебными предметами, научить устанавливать логические связи в фактическом материале, получать следствия из постулатов, применять имеющиеся знания для восстановления забытых и получения новых. Однако указанное преимущество этого цикла дисциплин может быть утеряно, если упустить из виду основную цель — развитие мышления.

Стремление к этой главной цели приводит, в конечном итоге, и к большему объему знаний, умений и навыков, предусмотренных школьной программой по физике. Слова “в конечном итоге” здесь не являются случайными. Отдавая приоритет развитию мышления, мы будем иметь на начальном этапе обучения значительно меньшую скорость наращивания объема фактических знаний по предмету. И лишь через некоторое время стратегия, связанная с ориентацией на развитие мышления, начинает давать более высокие результаты по ЗУНам. Это наглядно видно при математическом моделировании, о котором мы уже упоминали. Это же подтвердил и непосредственный эксперимент, проходивший в физико-математическом лицее № 105 г. Запорожья. В первом экспериментальном классе (с 1995/96 по 1998/99 уч. год.) удалось обеспечить математическую поддержку углубленного курса физики. А во втором экспериментальном классе (с 1999/2000 по 2002/03 уч. год.) соответствующие изменения были внесены и в курс информатики. Ориентация на развитие мышления учащихся привела к тому, что практически все они к выпускному классу вышли на уровень саморазвития и были готовы к успешному продолжению физического образования в высших учебных заведениях. Каждый второй из школьников,

участвующих в эксперименте стал в выпускном классе победителем областного этапа Всеукраинского конкурса-защиты научно-исследовательских работ учащихся — членов Малой академии наук.

Вопрос о математической обеспеченности школьного курса физики является очень важным, и это постепенно начинает осознаваться [7;8]. Однако, трудно прогнозировать, когда же он будет удовлетворительно решен на уровне согласования официальных учебных программ по физике и математике. Сколько еще нужно теоретических и экспериментальных подтверждений целесообразности такого согласования?!

Может быть, дело сдвинется с мертвой точки, если высшие учебные заведения начнут давать на вступительных экзаменах логико-математические задания на физическую тему? Речь идет о задачах, которые можно решать практически устно, но которые вызывают непонятные для многих вузовских преподавателей трудности у заметной части современных студентов физических факультетов университетов.

Может быть именно языком вступительных заданий надо сказать, что особенно важно для успешного продолжения физического образования?

В сложившихся условиях от абитуриента физического факультета университета необходимо требовать не столько предметные знания, сколько общеучебные, а также те знания, умения и навыки, без которых невозможно изучать физику в высшей школе. Кроме специфической математической подготовки огромная роль должна отводиться владению языком физики, без которого принципиально невозможно передать физическое знание. С одной стороны, язык выступает тем инструментом, с помощью которого накапливается физическое знание, с другой — средством для развития мышления. Язык дает возможность производить умственные действия с объектами, которые непосредственно не воспринимаются или

вообще реально не существуют. И так как физика имеет дело с множеством идеализированных объектов, от абитуриента требуется и соответствующий уровень сформированности мышления (уровень формальных операций), и надлежащее владение языком данного предмета. Для того чтобы ориентироваться в огромном потоке научной информации, абитуриент должен иметь необходимый словарный запас, владеть соответствующей терминологией. Он только тогда сможет понять новый учебный материал, когда будет в состоянии соотнести его с собственной категориальной системой, связать с уже сформированными понятиями. Причем чем больше устанавливается таких связей с новым элементом, тем глубже уровень понимания.

Изложенные идеи были реализованы нами в текстах трех олимпиад для абитуриентов 2003 года физического факультета Запорожского государственного университета*. Анализу конкретных заданий, предложенных на этих олимпиадах, будут посвящены отдельные публикации, одна из которых уже отправлена в печать. Тексты первых двух олимпиад проходили неформальную экспертную оценку преподавателями различных вузов, которые были членами жюри IV этапа Всеукраинской олимпиады юных физиков, а текст последней — высококвалифицированными учителями физики, которые были членами жюри X Всеукраинской комплексной олимпиады по физике, математике и информатике “Турнир чемпионов”. Было признано целесообразным использовать подобные задания на вступительных экзаменах на физические факультеты университетов.

* *Запорожский государственный университет в 2005 году был переименован в Запорожский национальный университет.*

Литература:

1. Дружинин В.Н. Психология общих способностей – СПб.: Питер Ком, 1999. – 368 с.

2. Райс Ф. Психология подросткового и юношеского возраста. – СПб.: Издательство “Питер”, 2000. – 624 с.

3. Фридман Л.М., Кулагина И.Ю. Психологический справочник учителя. – М.: Изд-во “Совершенство”, 1998. – 432 с.

4. Афанасьєва Н.І. (Тихонська Н.І.), Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П. Залежність якості засвоєння школярами і студентами навчального матеріалу з фізики від рівня розвитку їхнього формального мислення // Вісник Чернігівського державного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 13. Серія: педагогічні науки: Збірник. У 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2002. – №13. –Т.2. – С. 167-172.

5. Минаев Ю.П., Самойленко П.И., Цыганок М.Н. Максимизация знаний: выбор образовательной стратегии методом математического моделирования // Приложение к ежемесячному теоретическому и научно-практическому журналу “Среднее профессиональное образование” № 3 (май 2001 г.). – С. 147 – 160.

6. Марченко О.А., Мінаєв Ю.П., Циганок М.М. Вплив системи оцінювання навчальних досягнень на вибір методів навчання // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Випуск 24. –Херсон: Айлант, 2001, – С. 37 –44.

7. Швець О., Бойко Л. Міжпредметні зв’язки математики і фізики: стан, проблеми, перспективи // Фізика та астрономія в школі, – 2002. – №6. – С. 21-25.

8. Огурцов В., Гарєєва Ф. Використання математичних знань у процесі розв’язування задач з фізики // Фізика та астрономія в школі, – 2002. –№1. – С. 52-55.

ОБОСНОВАНИЕ РАЗВИВАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ: ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ОТ ПРОТИВНОГО[2]

Ю.П. Минаев, П.И. Самойленко, М.Н. Цыганок

Необходимость преодоления репродуктивного стиля обучения и перехода к новой парадигме, обеспечивающей познавательную активность и самостоятельность мышления учащихся, обычно связывают с новыми условиями жизни человека на современном этапе. Реальные изменения в мире труда (его интеллектуализация и динамизм) требуют, чтобы молодые люди к окончанию средней школы умели самостоятельно мыслить, принимать решения, были готовыми учиться на протяжении всей жизни.

Суть стратегии, которая определяет направления теоретических и прикладных исследований ученых разных стран в области образования на рубеже двух столетий, можно обобщить фразой: «Школа должна учить мыслить». Обзор интенсивных научных поисков решения стратегической задачи школы в США можно найти в статье З.А.Мальковой [1], где охарактеризованы наиболее влиятельные теории интеллекта и образовательные модели, разработанные в русле когнитивизма.

Четко прослеживающуюся в мировой педагогической практике тенденцию на «вооружение» учащихся не только конкретными знаниями по отдельным предметам, но и комплексом умений, в том числе интеллектуальных, отмечает Э.М. Браверман, которая призывает не отставать от мирового сообщества и рассматривает возможные ответы на конкретный вопрос: «Что может развивать у

[2] ***Статья опубликована в сборнике материалов VII международной научно-методической конференции*** (Инновационные технологии обучения в высшей профессиональной школе: материалы VII международной научно-методической конференции 20-21 марта 2001 г. — Выпуск 5. — М., 2001. — С. 235-238).

своих учеников на занятиях учитель-физик?» [2].

Чтобы доказать преимущества развивающей педагогики — «педагогики открытий» — по сравнению с традиционным обучением, А.С. Сиденко сопоставляет различные характеристики этих систем [3]. Анализ составленной сравнительной таблицы должен показать, что развивающая технология, безусловно, во многом выигрывает. Отмечается, что новая редакция образовательных целей (применительно к физике это — акцент на развитие мышления учеников) вносит коррективы в содержание учебного материала: в нем значительное место должны занимать методологические знания, позволяющие самостоятельно «открывать» неизвестные ранее учащимся объекты, явления, свойства, закономерности и пр. Ведущими методами обучения в развивающей модели являются: проблемное изложение материала, частично-поисковый и исследовательский методы.

Казалось бы, какие еще обоснования развивающих технологий обучения требуются? Целевая установка теории и практики школьного образования на развитие познавательной активности учащихся, их способности к самостоятельному мышлению и творчеству детерминирована социальным заказом нестабильного общества. Теоретические поиски сопровождаются прикладными, которые вооружают учителей методами и приемами развития критического мышления.

Однако, как отмечают специалисты, изучающие состояние школьного дела в США, полученные в результате многочисленных исследований теоретические знания и основанные на них методические рекомендации оказывают весьма слабое воздействие на школьную практику. Не лучше обстоит дело и у нас. Показательным является название одного из подразделов современного учебника педагогики: «Конец развивающего обучения?» [4, с. 197].

Таким образом, не все так однозначно. И требуются дополнительные обоснования развивающих технологий обучения, т.к. ссылки на динамизм нестабильного общества и использование эмоционально окрашенных слов для негативной характеристики традиционной системы недостаточно убеждают учителей, работу которых по-прежнему оценивают по результатам проверки знаний учащихся по соответствующему учебному предмету. И хотя международные исследования уровня подготовки школьников по естественным дисциплинам включают задания на проверку интеллектуальных умений (анализ экспериментальных данных, классификация и обобщение фактов, формулировка выводов, выдвижение гипотез, самостоятельная постановка проблемы исследования и пр.), обычно контрольные работы, по результатам которых производится оценка деятельности учителя-предметника администрацией школы, имеют ярко выраженный репродуктивный характер. Здесь будет уместно также отметить курьезный факт, на который обращает внимание в своей обзорной статье [1] З.А. Малькова, касающийся образовательной системы США. Речь идет об усилении нестыковки общеобразовательной и высшей школ. Переориентация средней школы «с содержания на процесс», т.е. с усвоения фактов на развитие мыслительных умений, к чему призывают ученые, находится в противоречии с сохранившейся практикой приема в университеты по результатам Теста школьных успехов и Теста определения склонностей к учению, основу которых составляет воспроизведение знаний.

Свой подход к обоснованию развивающих технологий обучения мы можем условно назвать доказательством от противного. Обычно, сравнивая развивающее обучение с традиционным, сразу же акцентируют внимание на разных целях образования (во всяком случае, их приоритете). Цель развивающего обучения — развитие способностей, а

традиционного — передача знаний, умений и навыков. Мы же предлагаем рассмотреть вопрос о том, как развивающая технология справляется с целью, декларированной традиционной дидактикой, и сравнить динамику накопления предметных знаний в обоих случаях. При этом мы будем пользоваться математическим моделированием педагогических процессов, целесообразности применения которого была посвящена отдельная работа [5], а также результатами наших экспериментальных исследований.

Оговоримся, что математическое моделирование применяется нами для облегчения получения качественных, а не количественных результатов. Поэтому модель преднамеренно выбирается предельно упрощенной. Однако, как показал опыт, предсказать результаты, которые могут быть получены из простых и ясных *модельных* предположений, без применения математики оказывается весьма непросто. А применение математики позволяло без проблем делать правильные дедуктивные выводы.

Пусть, для простоты, предметные знания усваиваются учащимся с постоянной скоростью V_0 (зависящей от особенностей обучаемого, учителя, изучаемого материала), а забываются со скоростью, пропорциональной объему уже накопленных знаний (с постоянным коэффициентом пропорциональности λ, соответствующим интенсивности забывания). Тогда процесс изменения объема знаний X описывается дифференциальным уравнением $\dot{X} = V_0 - \lambda X$ (производная по времени обозначена точкой над X). После окончания обучения (продолжительность которого τ) изменение объема знаний описывается уравнением $\dot{X} = -\lambda X$. Графики зависимостей $X(t)$ для разных τ, полученные в результате решения приведенных уравнений при $X(0) = 0$, представлены на рис. 1.

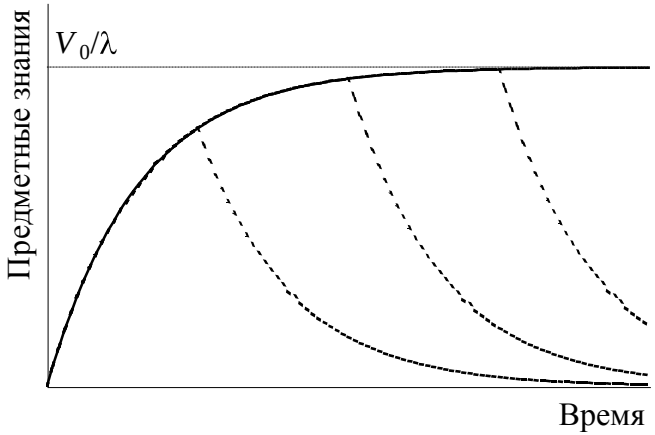


Рис. 1

Для того, чтобы смоделировать накопление предметных знаний в процессе развивающего обучения, введем параметр *Y*, который соответствует объему методологических знаний (метазнаний) учащегося. Очевидно, что эффективность самостоятельной учебной работы тем выше, чем больше объем метазнаний, усвоенных обучающимся субъектом. Но при попытке математического моделирования развивающего обучения открытым остается вопрос о *количественном* описании связи между объемом метазнаний и скоростью самостоятельного приобретения предметных знаний. В качестве правдоподобного предположения мы выбрали самую простую зависимость: скорость самостоятельного получения знаний по учебному предмету пропорциональна объему метазнаний, а коэффициент пропорциональности γ постоянен. (Параметр γ зависит от индивидуальных особенностей обучающегося субъекта).

Пусть скорость формирования метазнаний остается равной V_0 (усилия учителя полностью направлены на формирование метазнаний). Будем полагать, что интенсивность забывания предметных знаний, полученных в процессе самообучения, также не изменилась и равна λ (хотя, скорее всего, она

уменьшится); забывания же метазнаний не происходит (например, в силу того, что субъект постоянно пользуется ими как инструментом самообучения). Тогда изменение объемов метазнаний и предметных знаний описываются дифференциальными уравнениями $\dot{Y} = V_0$, $\dot{X} = \gamma Y - \lambda X$. После окончания обучения (длительностью τ) изменение объемов метазнаний и предметных знаний описываются уравнениями $\dot{Y} = 0$, $\dot{X} = \gamma Y - \lambda X$. Графики зависимостей

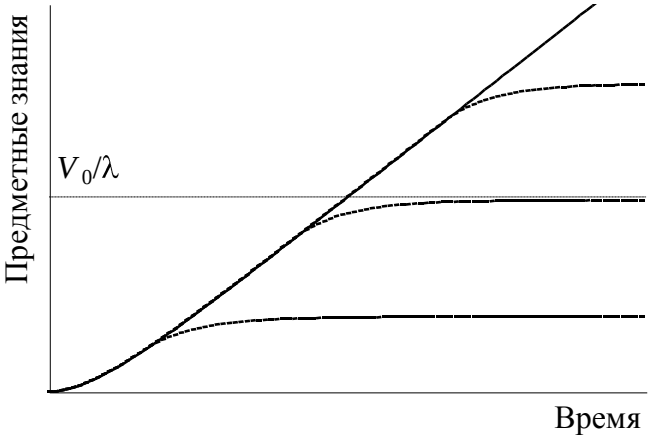


Рис. 2

$X(t)$ для разных τ, полученные в результате решения этих уравнений при $Y(0) = 0$, $X(0) = 0$, представлены на рис. 2.

Полученные графики говорят о том, что при традиционном обучении, продолжающемся достаточно длительное время, объем предметных знаний выходит на насыщение (новые знания усваиваются, старые забываются, а в целом объем знаний практически не меняется). При развивающем же обучении эффект насыщения не наблюдается (в рамках нашей модели), и объем полученных знаний может существенно превышать тот, который для традиционного обучения принципиально является верхним пределом.

Существенно отличаются также изменения объема

предметных знаний по окончании образования. После прекращения традиционного обучения в результате процессов забывания объем знаний неуклонно уменьшается. А вот школьник, обучавшийся по развивающей технологии, даже после формального завершения образования продолжает самостоятельно добывать новые знания, в результате чего их объем даже увеличивается, несмотря на процессы забывания.

Однако следует обратить внимание на то, что на начальном этапе обучения традиционная технология дает заметно большую по сравнению с развивающей технологией скорость накопления знаний.

Это только некоторые основные выводы, которые могут быть сделаны по результатам нашего математического моделирования процесса накопления знаний.

Опыт обсуждения с учителями-практиками и учеными-методистами результатов такого моделирования показал, что использование доступной математики и графическое представление информации заметно облегчает понимание рассматриваемых вопросов. Многие участники обсуждений отмечали, что предложенная модель помогла им осознать (уложить в непротиворечивую схему) известные им эмпирические факты. Некоторые учителя, слушавшие наши сообщения на различного рода семинарах, просили нас выступить перед их школьниками (учениками старших классов), а также говорили о необходимости познакомить с нашей моделью инспекторов отделов народного образования и школьных администраторов. С другой стороны, иногда приверженцы традиционных методов обучения также находили поддержку в нашей модели. Они не без основания могли говорить, что только традиционная «фаршировка» учеников готовыми знаниями по их предмету дает возможность за отведенное время выйти на необходимый уровень. Действительно, наше исследование предложенной модели показало, что для достижения к заданному моменту

максимально возможного результата по уровню знаний необходимо за вполне определенное время до этого момента переключиться с «развивающего» режима на «традиционный». Если это определенное время оказывается меньше времени, отводимого на обучение, то традиционная методика выигрывает (со всеми вытекающими для учителей последствиями) соревнование за лучший результат по формальным знаниям.

Наши экспериментальные исследования, относящиеся к обучению профильным предметам в физико-математическом лицее (8-11 класс), говорят о том, что развивающая технология может давать лучшие результаты по уровню предметных знаний, измеряемому традиционными тестами, уже через два года. Еще через два года преимущества развивающей технологии становятся вполне очевидными. И эта очевидность связана не только с лучшим выполнением традиционных контрольных работ, но и с массовыми успехами на различных олимпиадах и творческих конкурсах, а также улучшением успеваемости по непрофильным дисциплинам.

Литература:

1. Малькова З.А. США: поиски решения стратегической задачи школы// Педагогика. — 2000. — №1. — С. 82-92.

2. Браверман Э.М. Развивающее обучение на занятиях по физике// Физика в школе. — 1998. — №1. — С. 23-28.

3. Сиденко А.С. Основы теории развивающего обучения// там же. — С. 20-23.

4. Подласый И.П. Педагогика. Новый курс: Учебник для студ. пед. вузов: В 2 кн. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. — Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. — 576 с.

5. Минаев Ю.П., Цыганок М.Н. Математическое моделирование педагогических процессов при обосновании образовательных технологий// Современные проблемы гуманизации и гармонизации управления. Материалы Международной научно-практической конференции. — Харьков, Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина, Украинская инженерно-педагогическая академия, 2000. — С. 145.

ВПЛИВ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ НА ВИБІР МЕТОДІВ НАВЧАННЯ[3]

О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв, М.М. Циганок

Провідну роль у методичній системі, яку утворюють цілі, зміст, методи, форми і засоби навчання, відіграють, як відомо, цілі навчання [1, с. 7]. Саме вони визначають стратегію педагогічної діяльності. Так стверджує теорія навчання. Якщо ж перейти до неупередженого аналізу педагогічної практики, то неважко помітити, що декларовані цілі не безпосередньо впливають на поведінку вчителів і учнів у навчальному процесі. Важливим виявляється те, як ці цілі відбиваються у системі оцінювання навчальних досягнень. І якщо існує невідповідність наявної системи оцінювання і проголошених цілей навчання, то у більшості випадків орієнтація буде йти саме на те, як оцінюватимуться результати навчальної діяльності. Проблема такої невідповідності загострюється під час зміни парадигми освіти, про що свідчить світовий досвід [2].

Таким чином, треба з'ясувати, у чому саме полягає суперечність між цілями нової освітньої парадигми і застарілою системою контролю і оцінювання знань, умінь і навичок учнів. Без такого аналізу неможливо усвідомлено вести мову про сучасні вимоги до перевірки навчальних досягнень.

У подальшому теоретичному дослідженні зазначеної проблеми буде використовуватися запропонована нами досить проста математична модель процесу накопичення знань [3]. Як показав попередній аналіз цієї моделі, вона не тільки на якісному рівні описує відомі закономірності, а й дозволяє отримувати нові результати.

---

[3] ***Стаття опублікована у збірнику наукових праць Херсонського державного педагогічного університету*** (Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Випуск 24. — Херсон: Айлант, 2001, — С. 37-44).

Опис математичної моделі накопичення знань

Розглянемо спочатку часткову модель, що описує процеси накопичення і забування знань з певного навчального предмету при технології навчання, яку назвемо «традиційною» (на відміну від розвиваючої). Нехай, для простоти, знання, уміння і навички з деякого навчального предмету (далі для стислості названі просто знаннями) засвоюються учнем із постійною швидкістю V_0. Нехай уже накопичені предметні знання розпадаються (забуваються) із швидкістю, пропорційною їхньому обсягу X. Коефіцієнт пропорційності будемо вважати постійним. Він, як і швидкість засвоєння, залежить від індивідуальних особливостей учня і від специфіки навчального матеріалу. Його зручно вибрати у вигляді $1/\tau$, де τ — характерний час забування.

Тоді процес зміни обсягу накопичених предметних знань описується лінійним диференціальним рівнянням

$$\dot{X} = V_0 - X/\tau\,. \qquad (1)$$

Тепер спробуємо відбити в нашій моделі особливості, властиві розвиваючим технологіям навчання. Для цього введемо величину Y — обсяг метазнань учня, володіння якими підвищує ефективність його самостійної роботи із засвоєння предметних знань. Будемо вважати, що швидкість приросту знань з певного навчального предмету, одержуваних самостійно, пропорційна обсягу метазнань. Коефіцієнт пропорційності $1/T$ будемо вважати постійним.

Нехай сумарна швидкість формування предметних знань і метазнань залишається такою, що дорівнює V_0 (без урахування знань, що здобуваються самостійно). Різноманітні технології навчання можуть відрізнятися одна від одної співвідношенням зусиль викладача і учня, що витрачаються на формування метазнань і предметних знань. У нашій моделі це співвідношення описується параметром α таким чином, що швидкість формування метазнань виявляється рівною αV_0, а

предметних знань $(1-\alpha)V_0$ (знов-таки без урахування добутих самостійно).

Припустимо, що інтенсивність забування предметних знань, отриманих у процесі самонавчання, характеризується тим самим коефіцієнтом $1/\tau$, що й інтенсивність забування предметних знань, отриманих від викладача (хоча, швидше за все, вона зменшиться); забування ж метазнань не відбувається (наприклад, у силу того, що суб'єкт постійно користується ними як інструментом самонавчання).

Сукупність описаних процесів зміни обсягів накопичених метазнань і предметних знань описується диференціальними рівняннями

$$\dot{Y} = \alpha V_0,\ \dot{X} = (1-\alpha)V_0 + Y/T - X/\tau. \qquad (2)$$

Графічне зображення описаної моделі подане на рис. 1. Якщо початкові умови, для визначеності, такі:

$$X(0) = 0,\ Y(0) = 0, \qquad (3)$$

то отримуємо розв'язки рівнянь (2), графіки яких подано на рис. 2.

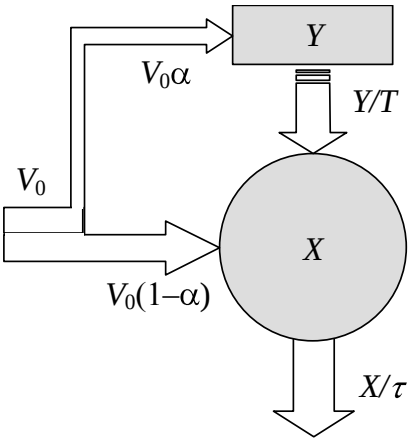


Рис. 1

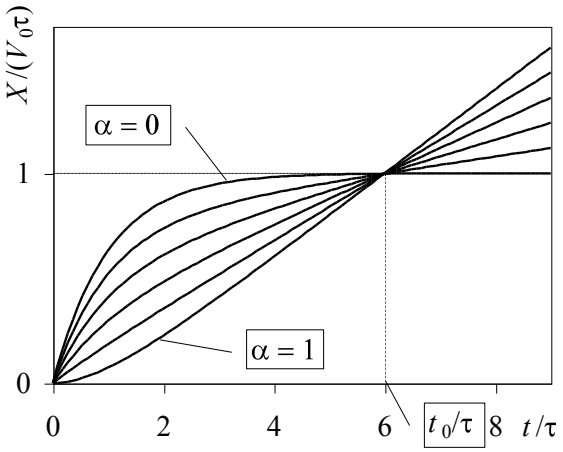


Рис. 2

Цілі освіти і результати оцінювання навчальних досягнень у термінах запропонованої математичної моделі

Як пишуть у новітньому підручнику з теорії і методики навчання фізики у школі [1, с. 53], останнім часом почав усвідомлюватися і формулюватися новий акцент у розумінні триєдності цілей освіти: найголовнішою ціллю процесу освіти стає *розвиток особистості учня*. А набуття знань, умінь і навичок розуміється як засіб цього розвитку. Соціальне замовлення суспільства, яке виступає перш за все як вимога формувати в умовах школи активну, самостійну, культурну особистість, змінило ставлення педагогічної громадськості як до змісту освіти, так і до системи методів і засобів навчання. Такі компоненти змісту освіти, як засвоєння творчого досвіду та досвіду емоційно-ціннісного ставлення до світу, роль яких раніше недооцінювалася, мають принципово важливе значення для розвитку особистості школяра. Крім того, для розвитку особистості учня необхідно, щоб сам учень з об'єкту навчально-виховного процесу перетворився на суб'єкт, який виявляє свою самостійність і активно взаємодіє з учителем та іншими учнями. Розвиток особистості учня перш за все передбачає розвиток

його мислення.

Тут треба підкреслити, що зміна освітньої парадигми є світовою тенденцією [2], і вона пов'язана не з *появою* нових загальних ідей, а з їх *поширенням*, до якого підштовхує суспільна практика. Реальні зміни на ринку праці вимагають від системи освіти готувати все більше людей, які можуть *думати* і *самостійно здобувати знання*, а не тільки *знають те, чого їх навчили*. Але просте проголошення принципу гуманізації принципом державної політики у галузі освіти не приведе до помітних змін у педагогічній практиці, якщо не будуть підготовлені та не наберуть чинності відповідні нормативні акти (наприклад, система оцінювання навчальних досягнень). А зміни у нормативних актах повинні спиратися на відповідні психолого-педагогічні дослідження, зокрема, пов'язані з математичним моделюванням педагогічних процесів.

Зазначимо принагідно, що аналіз навіть такої простої моделі, як запропонована нами, дозволив наочно довести, що розвиваючі технології навчання можуть краще впоратися і з завданням накопичення знань (головна мета традиційних технологій), якщо є певний запас часу. Наш досвід обговорення цих теоретичних результатів з ученими-методистами і шкільними вчителями показує, що такі доведення з використанням математичної моделі справляють на них досить велике враження і здаються їм більш переконливими, ніж посилання на успіхи розвиваючого навчання в окремо взятій школі (або школах). І це, на наш погляд, не випадково. Дійсно, слухаючи про чийсь педагогічний досвід, ми не маємо змоги перевірити всі обставини і *самостійно* виявити причинно-наслідкові зв'язки. Якщо ж перед нами математична модель, то у нас з'являється можливість її досліджувати і перевіряти на адекватність у певних педагогічних умовах. Можна щось змінювати в моделі і дивитися, до яких наслідків це приведе. З'являється можливість *критично мислити*, а не намагатися

копіювати чужий досвід, не маючи змоги вірогідно виділити, що в ньому є головним, а що — другорядним.

Повертаючись до нашої моделі, з'ясуємо в її термінах, у чому полягає зміна освітньої парадигми, і як перевіряється рівень досягнення учнями цілей освіти.

Висування на перше місце серед цілей освіти розвитку особистості учня (зокрема, його мислення) відповідає у нашій моделі завданню збільшити *Y*. Саме ця величина інтегрує в собі такі якості особистості, як активність, самостійність, творчість, здібність до саморозвитку. Що ж до вимірювання цієї величини у шкільній практиці, то можна сказати, що вона є "прихованим параметром". Ця проблема недостатньо розроблена і на науково-методичному рівні. Якщо знов-таки звернутися до новітнього і досить прогресивного (орієнтованого на нову освітню парадигму) підручника з теорії і методики навчання фізики у школі [1], то у спеціальному розділі "Перевірка досягнень учнями цілей навчання фізики" важко відшукати рекомендації стосовно оцінки рівня досягнення цілі, яка проголошена найголовнішою. А в параграфі "Перевірка сформованості світогляду" сказано: "На уроках фізики можна лише спробувати отримати деякі судження… про сформованість окремих рис мислення учнів" [1, с. 250]. Уся увага традиційно приділяється знанням, умінням і навичкам з конкретного навчального предмету, тобто величині, яка в нашій математичній моделі позначена через *X*.

Але тут треба звернути увагу на те, що величина *X* відповідає загальному обсягу знань з певного навчального предмету. Якщо ж ми проводимо тематичний контроль знань, то вимірюємо лише складові X_i ($X = \sum_{i=1}^{n} X_i$), які не залишаються сталими після моментів перевірок. Як цей факт може впливати на вибір учителем і учнями методів навчання, розглянемо

докладніше.

Проблема вибору методів навчання

Спробуємо змоделювати і порівняти результати тематичного контролю знань двох учнів, один з яких навчається за традиційною технологією ($\alpha = 0$), а інший — за розвиваючою ($\alpha = 1$). Нехай за іншими параметрами (V_0, τ, T) вони не відрізняються, а початкові умови задані рівняннями (3). Припустимо, що навчання ведеться до моменту часу t_0 (коли обсяги знань цих двох учнів стануть однаковими). Вважатимемо також, що вивчення кожної нової теми починається з "чистої дошки", а всі попередні знання в цей час поступово забуваються. До того ж вважатимемо, що учень, який навчається за розвиваючою технологією, всі свої метазнання використовує для одержання знань тільки з поточної теми. Тоді характерні графіки залежностей $X(t)$ будуть такими, як на рис. 3, 4 (їх виконано в однаковому масштабі). На цих рисунках відображено внесок обсягу знань з кожної теми X_i до їх загального обсягу X у кожний момент часу.

Неважко помітити, що при навчанні за розвиваючою технологією сума оцінок тематичного контролю буде нижчою, ніж при навчанні за традиційною. За допомогою комп'ютерного моделювання ми впевнилися у тому, що відношення суми оцінок при $\alpha = 0$ до суми оцінок при $\alpha = 1$ тим більше, чим частіше проводиться тематичний контроль.

Отже, при однаковому обсязі знань учнів з певного навчального предмету кращу підсумкову оцінку, якщо вона визначається як середнє арифметичне тематичних оцінок, буде мати той, хто користується традиційною технологією.

Уявімо ще таку ситуацію. Протягом навчального року вивчається чотири теми, на кожну з яких відводиться однаковий час. Крім того, такий самий час відводиться наприкінці року на повторення.

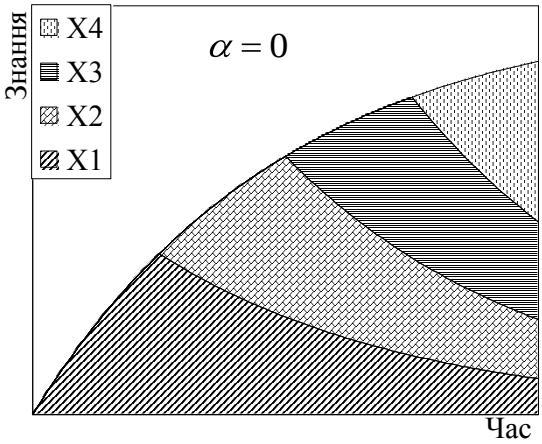


Рис. 3

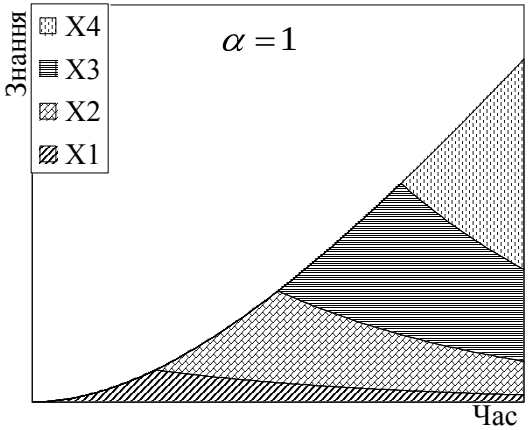


Рис. 4

Вважатимемо також, що при правильно організованому повторенні матеріалу учень з $\alpha = 0$ встигає відновити знання за всіма темами до того самого рівня, який спостерігався під час відповідних тематичних атестацій. Нехай момент t_0, в який обсяги знань двох розглядуваних учнів стають однаковими,

збігається з закінченням року. Зроблені припущення жорстко визначають значення всіх параметрів, що використовуються в моделі. Графіки одержаних за таких умов залежностей $X_i(t)$ для учня, що навчається за традиційною технологією, подано на рис. 5. Відповідні графіки для учня, що навчається за розвиваючою технологією, наведено на рис. 6. (Виявилося, що під час повторення він "не встигає забути" останню тему до "належного рівня", і тому кінцеві обсяги знань з різних тем трохи відрізняються).

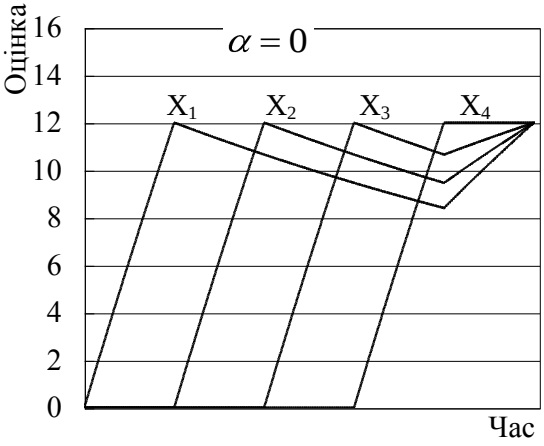


Рис. 5

Якщо вважати, що учень з $\alpha = 0$ на всіх тематичних атестаціях отримував оцінку 12, то округлені оцінки учня з $\alpha = 1$ за ті самі атестації складатимуть відповідно 2, 7, 11 і 12. (Зауважимо, що хоча рівень знань в учня з $\alpha = 1$ на останній атестації вищий, ніж в учня з $\alpha = 0$, але він отримує найбільшу з можливих оцінок — 12). Видно, що середня оцінка при розвиваючій технології становить 8 балів, а при традиційній — 12, незважаючи на те, що реально наприкінці року обидва учні мають однакові обсяги знань з даного предмету і отримали б однакові оцінки у разі складання об'єктивного іспиту.

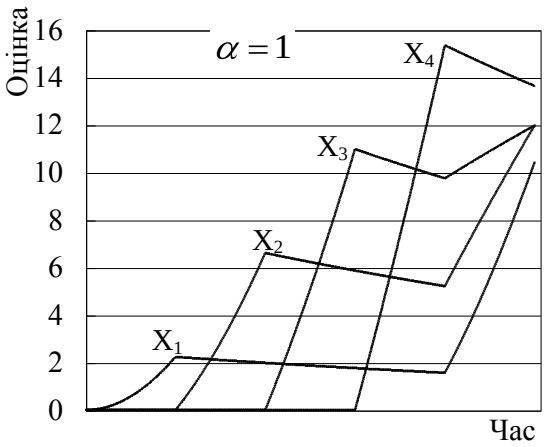


Рис. 6

Таким чином, добре бачимо, що при обчисленні підсумкової оцінки як середнього арифметичного результатів тематичних атестацій традиційна технологія навчання дає (при зроблених припущеннях) суттєво вищий результат. А отже, вибір методу навчання буде не на користь розвитку мислення.

Напрямок корекції системи оцінювання навчальних досягнень

Зараз в Україні з метою гуманізації освіти, методологічної переорієнтації процесу навчання з інформативної форми на розвиток особистості людини, впровадження особистісно орієнтованого підходу до навчання та підвищення якості й об'єктивності оцінювання розроблені "Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти" [4]. У загальних критеріях підкреслюється, що навчальна діяльність у кінцевому підсумку повинна не просто дати людині суму знань, умінь та навичок, а сформувати її *компетентність* як загальну здатність, що базується на знаннях, досвіді, цінностях, здібностях, набутих завдяки

навчанню. Отже, поняття компетентності не зводиться тільки до знань і навичок, а належить до сфери складних умінь і якостей особистості. В об'єкт оцінювання навчальних досягнень включено досвід творчої діяльності і досвід емоційно-ціннісного ставлення до навколишньої дійсності. Щоправда, ці два головних (за новою освітньою парадигмою) елементи змісту освіти оцінюються лише на найвищому IV рівні навчальних досягнень.

Якщо ж ми звернемося до практики державної підсумкової атестації, то побачимо, що й найвищі оцінки можна отримати, не засвоївши ані досвіду творчої діяльності, ані досвіду емоційно-ціннісного ставлення до навколишньої дійсності. З іншого боку, творчі і самостійні учні можуть не пригадати на екзамені окремий факт, і їхня оцінка не буде відповідати "високому" рівню.

Для того, щоб дійсно переорієнтувати процес навчання з інформативної форми на розвиток особистості, на наш погляд, система оцінювання навчальних досягнень учнів повинна зробити "невигідним" користування переважно репродуктивними методами навчання. І два вже названих елементи освіти, які у відповідності до нової парадигми виходять на перший план, мають бути представлені не тільки в останньому IV рівні навчальних досягнень.

Для створення системи оцінювання, яка б адекватно відбивала нові цілі освіти, треба, на нашу думку, ретельно вивчити досвід проведення творчих змагань учнів. Наведемо тільки один приклад. Не так давно з'явився Міжнародний математичний конкурс "Кенгуру", на виконання тестових завдань якого відводиться всього 75 хвилин. Без знань з математики гарних результатів на ньому не отримаєш, але й без досвіду творчої діяльності там робити нема чого. Що ж до правильного розподілу учнів за рівнями досягнень, то порівняння, наприклад, із завданнями державної підсумкової

атестації з алгебри за IX клас буде не на користь останніх.

Таким чином, проголошення гуманізації освіти як державної політики вимагає ще серйозної роботи над системою оцінювання навчальних досягнень учнів у напрямку приведення її у відповідність до декларованих цілей навчання.

Література:

1. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений/ С.Е.Каменецкий, Н.С.Пурышева, Н.Е.Важеевская и др.; Под ред. С.Е.Каменецкого, Н.С.Пурышевой. — М.: Издательский центр «Академия», 2000. — 368 с.

2. Малькова З.А. США: поиски решения стратегической задачи школы// Педагогика. — 2000. — №1. — С. 82-92.

3. Минаев Ю.П., Самойленко П.И., Цыганок М.Н. Обоснование развивающих технологий обучения: доказательство от противного// Инновационные технологии обучения в высшей профессиональной школе. Выпуск 5. Материалы VII международной научно-методической конференции. Москва, 20-21 марта 2001 года/ Отв. за выпуск О.Е.Руденко, П.И.Самойленко. — М.: РИО МГТА, 2001. — С. 235-238.

4. Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної середньої освіти// Освіта. — 31 січня – 7 лютого 2001. — С. 2.

ПСИХОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ СТРАТЕГІЙ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ФІЗИКИ[4]

І.П. Кенєва, Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська

У частини школярів, які переходять у старших класах для навчання у фізико-математичний ліцей, раптово виникають чималі проблеми із запам'ятовуванням навчального матеріалу, яких не було у попередні роки. Звісна річ, збільшується навантаження. Але чому не на всіх учнів це діє катастрофічно, а тільки на якусь частину?

Наші попередні спостереження привели до гіпотези, що існує якісна різниця між стратегіями засвоєння навчального матеріалу, якими керуються ті, у кого виникають скарги на свою пам'ять, та ті, хто успішно навчається в нових для себе умовах профільного фізико-математичного ліцею. За всіма ознаками складалося враження, що перші користуються дитячою механічною пам'яттю, а другі — логічною пам'яттю дорослої культурної людини. У психологічній літературі описано перехід від механічної пам'яті до логічної у підлітковому віці, який пов'язують із збільшенням навчального навантаження в школі порівняно з початковими класами. Може, цей перехід відбудеться в усіх без зовнішнього втручання, треба тільки зачекати? Тоді, здавалося б, у студентів таких проблем не повинно бути, бо перехідний вік уже пройшов.

Звернувшись до деканату фізичного факультету Запорізького державного університету, ми отримали відомості про академічну успішність з профільних дисциплін студентів

---

[4]***Стаття опублікована у збірнику науково-методичних праць Рівненського державного гуманітарного університету*** (Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін: Збірник науково-методичних праць. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. Випуск 5. — Рівне: РДГУ, 2002. — С. 98-102).

четвертого курсу за всі роки навчання. Побудувавши відповідну гістограму, ми виявили дуже велике розшарування студентів за результатами екзаменаційних сесій. Розподіл взагалі виявився двомодальним: невеличка група студентів мала всі або майже всі відмінні оцінки, а у решти — більшість оцінок складали "задовільно". Але може, цей факт ніяк не пов'язаний з якісно різними стратегіями засвоєння навчального матеріалу і спричиняється чимось іншим? В усякому разі, без спеціального дослідження відповісти на це питання ми не могли. Відповідно, ми не могли довести або спростувати твердження про *якісні* відмінності між стратегіями, якими користуються ті учні та студенти, що *успішно* навчаються за фізико-математичним профілем, і ті, хто *не може впоратися* з незвично великим для них обсягом навчального матеріалу. З'ясування цього теоретичного питання мало надати нам можливість перейти до практичного: в якому напрямку треба спрямувати допомогу учням, у яких з'явилися проблеми із засвоєнням фізики? Пошук відповіді на нього є актуальною проблемою, бо ще існуюча зараз система відрахування з ліцею невстигаючих учнів її не знімає. *По-перше*, з ростом кількості профільних шкіл (а цей процес іде у руслі переходу на 12-річний термін навчання) частка "невстигаючих" від усіх учнів класу збільшується порівняно з тим часом, коли ліцеїв було мало, а конкурс для вступу до них — великий. А, *по-друге*, і це — головне, "хірургічний" підхід з відрахуванням не бере до уваги інтересів конкретної дитини, яка з якихось, може і не залежних від неї причин, не встигла перейти на більш пристосовану для вивчення фізики стратегію засвоєння навчального матеріалу.

Перебудова пам'яті у підлітковому віці

Перш за все, зробимо короткий огляд літератури з психології пам'яті, що стосується якісних змін, які відбуваються в мнемічних функціях у підлітковому віці. У зв'язку з цим торкнемося і розвитку мислення, рівень якого істотно впливає

на перебудову пам’яті.

Процес індивідуального розвитку людини являє собою ряд переходів від одного ступеня розвитку до якісно іншого; при цьому певну роль грає навчання. Видатний психолог першої половини XX ст. Л.С. Виготський указував на єдність навчання і розвитку; зазначав провідну роль навчання: *навчання* просуває *розвиток* уперед [2, с. 418].

А ось основний закон психічного розвитку у формулюванні відомого психолога С.Л. Рубінштейна: дитина *розвивається, виховуючись і навчаючись*, тобто розвиток дитини у процесі навчання і виховання не тільки *виявляється*, але і *відбувається* [6, с. 151].

Розвиток психічних властивостей відбувається у процесі продуктивної діяльності, метою якої є розв’язування життєвих і навчальних задач, що постають перед дитиною. У процесі цього розвитку неодноразово перебудовується вся особистість учня, у міру того, як нагромадження кількісних змін приводить до докорінної якісної зміни основних її властивостей [6, с. 160]. Відбуваючись у різних видах діяльності, психічні процеси в них же і формуються.

У відношенні такого боку психічного розвитку школяра як розвиток пам’яті, виділені якісно відмінні ступені. Видатний психолог другої половини XX ст. О.М. Леонтьєв указував на відмінність і відповідний перехід від нижчої, біологічної форми пам’яті до власне людської — вищої логічної пам’яті [3, с. 31]. Відомий психолог і педагог П.П. Блонський простежив розвиток пам’яті у людини і показав, що чотири види пам’яті: моторна, афективна, образна і вербальна (логічна), — являють собою послідовні стадії психічного розвитку людини [1, с. 34]. Розвиток пам’яті не йде неперервним шляхом поступової кількісної зміни; це процес, що припускає переходи від одних форм пам’яті до якісно інших, нових форм.

Багатьма психологами зазначено, що пам’ять дитини

перебудовується саме на основі навчання. У підлітковому віці (11-15 років) починає активно розвиватися *логічна пам'ять*, яка базується на встановленні логічних зв'язків нових знань з раніше засвоєними, і швидко досягає того рівня, при якому дитина переходить переважно до використання цього виду пам'яті. Водночас, при домінуючому використанні логічної пам'яті в процесі запам'ятовування навчального матеріалу, сповільнюється розвиток *механічної пам'яті*. Більшість дітей, що досягли підліткового віку, продовжуючи навчання, змушені відмовитися від дослівного заучування за допомогою повторень [4, с. 322].

У підлітковому віці відбувається також істотне зрушення у відношеннях між пам'яттю й іншими психічними функціями. П.П. Блонський зазначав, що розвиток пам'яті знаходиться в найтіснішому зв'язку із розвитком мислення й мови [1, с. 228]. Чим молодше школяр, тим більше він схильний запам'ятовувати тільки пам'яттю (без усвідомлення логічного зв'язку між частинами матеріалу). Більш дорослий за допомогою мислення здатний відновлювати забуте [1, с. 256].

У процесі навчання підліток освоює на логічному рівні всі розумові операції. Він має здібності досить легко абстрагуватися від конкретного, наочного матеріалу і міркувати в чисто словесному плані. Мислення, що досягло певного ступеня розвитку, починає робити все більший вплив на пам'ять [1, с. 225]. Дослідження психологів показали, що в цьому віці мислення підлітків визначає особливості функціонування пам'яті. Відтворення інформації у значній мірі визначається особливостями протікання розумових процесів. Те саме відноситься і до запам'ятовування, що зводиться у підлітка до встановлення логічних відношень у змісті матеріалу, який запам'ятовується. Тому відтворення інформації, у свою чергу, зводиться до відновлення матеріалу за цими відношеннями [4, с. 323].

На відміну від молодших школярів, у дитини, що досягла

підліткового віку, виявляються здібності аналізувати абстрактні ідеї, шукати помилки і логічні суперечності в абстрактних судженнях, оперувати гіпотезами при розв'язуванні інтелектуальних задач. Дані здібності виникають не самі по собі, а формуються і розвиваються в процесі шкільного навчання, при оволодінні знаковими системами, прийнятими в багатьох сучасних науках [4, с. 320].

Особливості стратегій засвоєння навчального матеріалу

Щоб довести або спростувати висунуту нами гіпотезу про існування *якісної* різниці між стратегіями засвоєння навчального матеріалу, ми вирішили виявити особливості цих стратегій за допомогою анкетування та цілеспрямованого спостереження за ходом навчального процесу. Учням X класу фізико-математичного ліцею №105 м. Запоріжжя та студентам IV курсу фізичного факультету ЗДУ було запропоновано написати невеликий звіт, де потрібно було висвітлити два питання: описати прийоми запам'ятовування матеріалу та процес контролю за роботою своєї пам'яті.

Аналізуючи роботи школярів і студентів, ми виявили факт, який, на нашу думку, вартий особливої уваги. Різні виділені нами групи учнів і студентів — які ми умовно назвали "встигаючі" і "невстигаючі" — мають свої характерні прийоми запам'ятовування навчального матеріалу та особливості його відтворення.

Учні та студенти, які успішно засвоюють навчальний матеріал з фізики. Розпочинаючи процес вивчення, представники цієї групи роблять попередній перегляд літератури, яку мають з даної теми. При цьому вони звертають увагу на структуру тексту, наявність незнайомих слів і формул. Виходячи з цього — обирають прийоми, якими будуть користуватися для більш успішного засвоєння матеріалу. Потрібно зазначити, що набір улюблених прийомів запам'ятовування у кожного учня чи студента може бути свій, але

спрямовані всі вони на встановлення причинно-наслідкових зв'язків. Наведемо конкретні приклади таких прийомів:

- складання конспекту у вигляді структурної схеми, що характеризує ієрархію понять;
- обговорення матеріалу з товаришами;
- складання плану виступу з теми;
- самостійне доведення теорем, вивід формул та ін.

Наші спостереження показали також, що процес відтворення навчального матеріалу має свої характерні особливості. Оскільки представники цієї групи "тримають у голові" основну думку, вони без проблем можуть її розвивати за допомогою умовиводів. При цьому вони відкидають деталі, що суттєво не впливають на зміст думки, яку потрібно викласти. Характерною рисою цих учнів та студентів є вміння пояснювати матеріал по-різному, що сприяє кращому розумінню слухачами. Володіючи навичками критичного мислення, вони можуть оцінити правильність своїх відповідей, тому безглузді твердження у них практично не зустрічаються.

Ще одна особливість полягає у тому, що учні й студенти з цієї групи оцінюють якість запам'ятовування безпосередньо в процесі запам'ятовування. Це надає можливість своєчасно виправити свої недоліки.

*Учні та студенти, у яких виникають проблеми із засвоєнням навчального матеріалу з фізики***.** При запам'ятовуванні навчального матеріалу представники цієї групи спираються на механічне заучування тексту. Тому незнайомі слова, терміни, громіздкі формули викликають чималі труднощі і небажання вивчати матеріал.

Слід сказати, що прийоми запам'ятовування у таких учнів і студентів однотипні: багаторазове читання, переказування, відтворення на папері. Оскільки вони при запам'ятовуванні не встановлюють смислових зв'язків, доводиться "зазубрювати" все. На основі наших спостережень, ми можемо стверджувати,

що як письмові, так й усні відповіді представників цієї групи часто складаються з окремих, непов'язаних фактів, невпорядкованого набору слів та тверджень. Причому вони частіше звертають увагу на несуттєві деталі, а тому в більшості випадків не можуть сформулювати основну думку матеріалу.

Наступна особливість полягає у тому, що такі учні та студенти не контролюють процес пригадування, тому дають багато неправильних відповідей, не підозрюючи про наявність помилок.

У своїх творах деякі представники групи "невстигаючих" зазначають, що не можуть оцінити якість запам'ятовування в процесі вивчення. Отже, доводиться визначати її на тематичних атестаціях, заліках чи екзаменах.

Підсумуємо коротко виявлені особливості.

Домінуюче використання механічного запам'ятовування:

- однотипність прийомів запам'ятовування;
- основа запам'ятовування — багаторазове повторення матеріалу;
- віддають перевагу матеріалу, який викладено конспективно;
- не можуть контролювати свої відповіді;
- звертають увагу на несуттєві деталі, гублячи основну думку повідомлення;
- формулюють думку близько до тексту підручника;
- незнайомі слова і терміни викликають небажання вивчати матеріал.

Домінуюче використання логічної пам'яті:

- різноманітність прийомів запам'ятовування;
- основа запам'ятовування — встановлення смислових зв'язків;
- віддають перевагу опрацьовуванню "об'ємних"

книжок;

- користуються критичним мисленням для перевірки правильності відповідей;
- розвивають основну думку за допомогою обгрунтованих умовиводів;
- кожен раз формулюють думку по-різному, зберігаючи зміст;
- незнайомі слова і терміни стимулюють появу інтересу до вивчення матеріалу.

Можливий напрямок переходу на виграшну стратегію засвоєння знань з фізики

Як ми впевнилися, дійсно, існують дві якісно відмінні стратегії засвоєння знань з фізики. Перша — безперспективна — спирається на механічну пам'ять. Друга — виграшна в кінцевому результаті — пов'язана з розвитком логічної пам'яті. Але суперечливість ситуації полягає в наступному. Фізику починають вивчати в такому віці, в якому мало хто з учнів перейшов з дитячої механічної пам'яті на домінуюче використання логічної пам'яті дорослої культурної людини. І якщо вчитель не звертає особливої уваги на розвиток у своїх учнів мислення засобами фізики як навчального предмета, то її вивчення перетворюється в зазубрювання окремих означень, формул, фактів.

Фізика є дуже розвиненою в теоретичному плані наукою. А це значить, що її фактичний матеріал, який вивчається школярами, *пояснюється* невеликою кількістю добре розроблених теорій. Але пояснення спираються досить часто на математику, яку за існуючими шкільними програмами вивчають *після* того, як вона була потрібна на уроках фізики. З цього приводу видатний фізик академік Я.Б. Зельдович у свій час говорив, що так само можна подавати сіль та перець не до обіду, а трохи пізніше — до п'ятигодинного чаю.

Американський дослідник Гриффітс взагалі ставив цікаве питання: “Чи не заважає сучасне навчання фізики інтелектуальному розвитку?” Відповідаючи на нього, він зауважив, що те, як фізика зараз вивчається — з наголосом на запам’ятовування термінів і формул, — не дозволяє учням навчитися розмірковувати і критично осмислювати теми, що обговорюються [7, с. 50].

Зі свого боку, ми повинні зазначити, що небезпека полягає не в запам’ятовуванні формул та термінів як такому, а в тому, як проходить сам процес запам’ятовування. Якщо воно йде механічно, то, як показали наші дослідження, забування відбувається дуже швидко. І учні та студенти, які керуються стратегією механічного запам’ятовування, через вельми короткий час не в змозі навіть відтворити формулу чи дати означення терміна, не кажучи вже про використання їх при розв’язуванні задач або поясненні певного явища. З іншого боку, ті, хто користується логічною пам’яттю, можуть швидко самостійно вивести формулу, яку “забули”, та власними силами відновити означення терміна. Але найголовніше — вони розуміють місце цих формул і термінів у загальній теорії та вміють ними користуватися.

Що ж заважає учням і студентам перейти на виграшну стратегію логічного запам’ятовування? Може, не усвідомлюють її виграшність? Як показало наше анкетування студентів, вони самі вважають механічне запам’ятовування матеріалу з фізики дуже недовговічним, але одночасно визнають, що вони вдаються до зазубрювання, бо не можуть розібратися в логіці умовиводів авторів підручників. Викладачі ж, зі свого боку, головною причиною неуспішності студентів з фізики називають слабку математичну підготовку. Але для оволодіння серйозним математичним апаратом, який використовується при вивченні фізики, треба вже перейти у своєму когнітивному розвитку на стадію формальних операцій (за Піаже).

Проведене нами додаткове спеціальне дослідження показало, що проблеми з формальним мисленням є у значного числа студентів. Залишаючись на рівні конкретних операцій, або лише *неповного* формального мислення, вони не можуть оволодіти програмним матеріалом з фізики та математики.

Але перехід від стадії конкретних операцій до стадії формальних операцій дуже непростий і спонтанно не здійснюється. Він потребує *спеціально організованого* навчання. Перехід від механічного запам'ятовування до логічного пов'язаний саме з підключенням до мнемічних процесів мислення. Тому напрямок переходу на виграшну стратегію засвоєння знань з фізики лежить через розвиток мислення.

Тут ми хотіли б звернути увагу читача на три аспекти такого розвитку.

По-перше, потрібно стимулювати до пошуку аналогій і висування гіпотез.

По-друге, необхідно навчати робити дедуктивні умовиводи, використовуючи логіко-математичні методи.

По-третє, треба відпрацьовувати прийоми самоконтролю, виховуючи критичність мислення.

Ці аспекти ми виділяємо тому, що для переходу на логічну пам'ять треба вміти досить швидко пов'язувати новий матеріал з тим, що вже відомо, а також знаходити внутрішні логічні зв'язки; поновлювати "втрачену" інформацію за рахунок системності знань за допомогою логічних умовиводів; контролювати правильність пригадуваної інформації, користуючись прийомами критичного мислення. Названі вміння треба цілеспрямовано формувати, розробляючи і використовуючи спеціальні навчальні вправи і завдання.

Крім того, важливим є весь стиль навчання. Переходу до логічної пам'яті сприятимуть ті методи, які сприяють розвитку абстрактного мислення і вміння розв'язувати формально-операційні задачі. Можна ставити експерименти, або

створювати проблемні ситуації, що дозволяють учням спостерігати, аналізувати можливості та робити висновки щодо помічених ними співвідношень. Учителі, які використовують авторитарний підхід, а не вільний обмін думками, пригнічують справжнє мислення. Розвитку здібностей до розв'язування проблем сприяють такі форми навчальної роботи, як дискусійні групи, семінари з розв'язування проблем і наукові експерименти [5, с. 189].

Звернемо також увагу на те, що установка на перехід до логічної пам'яті має підтримуватися і системою оцінювання навчальних досягнень. Знання з фізики, які можуть бути здобуті механічним заучуванням, не повинні оцінюватися, а рівень запам'ятовування вважатися таким, що передує рівню розуміння. Ця вимога досить складна на даний час у реалізації, але вона має бути на меті. Щоб вона стала реальною, треба розробляти і впроваджувати в шкільну практику нові типи контролюючих завдань, які б стимулювали перехід до логічної пам'яті, яку вже важко відокремити від мислення.

Література:

1. Блонский П.П. Мышление и память. – СПб.: Питер, 2001. – 288 с. – (Серия "Психология-классика").

2. Выготский Л.С. Психология. – М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2000. – 1008 с. – (Серия "Мир психологии").

3. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: В 2-х т. Т.1. – М.: Педагогика, 1983. – 392 с.

4. Психология человека от рождения до смерти/ Под ред. А.А.Реана. – СПб.: прайм-ЕВРОЗНАК, 2001. – 656 с. – (Серия "Психологическая энциклопедия").

5. Райс Ф. Психология подросткового и юношеского возраста (под. ред. А.А. Реана). – СПб.: Издательство "Питер", 2000. – 624 с. – (Серия "Мастера психологии").

6. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии – СПб.: Издательство "Питер", 2000. – 712 с. – (Серия "Мастера психологии").

7. Халперн Д. Психология критического мышления – СПб.: Издательство "Питер", 2000. – 512 с. – (Серия "Мастера психологии").

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЯКОСТІ ЗАСВОЄННЯ ШКОЛЯРАМИ І СТУДЕНТАМИ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ З ФІЗИКИ ВІД РІВНЯ РОЗВИТКУ ЇХНЬОГО ФОРМАЛЬНОГО МИСЛЕННЯ[5]

Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П., Н.І. Тихонська

Звернемося спочатку до питання про розвиток пам'яті в онтогенезі, тобто про ті зміни, які в ній відбуваються у процесі розвитку індивіда. Психологи, що займались проблемами пам'яті, виділяли якісно відмінні ступені її розвитку. Так, відомий психолог першої половини XX століття Л.С. Виготський зазначав, що пам'ять являє собою мов би складне геологічне нашарування з різних епох розвитку. На початку розвитку пам'яті стоїть чисто механічне запам'ятовування. У процесі швидкого підйому пам'ять стає вольовою, активною й учень від інстинктивної, механічної пам'яті переходить до запам'ятовування, яке засновано на інтелектуальних функціях [1, с. 693]. Інший видатний психолог першої половини XX століття П.П. Блонський указував на те, що в онтогенетичному розвитку перш за все виявляється моторна пам'ять, невдовзі — афективна, трохи пізніше — образна і набагато пізніше — логічна пам'ять [2, с. 34]. Багатьма психологами зазначено, що швидкість розвитку логічної пам'яті максимальна у підлітковому віці (11-15 років). Цей тип пам'яті характеризується встановленням логічних співвідношень між частинами матеріалу, яким треба оволодіти, а також пов'язуванням здобутих знань з раніше засвоєними. Розвиток логічної пам'яті пояснюють ускладненням і значним

[5] ***Стаття опублікована у збірнику науково-методичних праць*** (Збірник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 13. Серія: педагогічні науки: Збірник у 2-х т. — Чернігів: ЧДПУ, 2002. - №13. — Т 2. — С. 167-172).

збільшенням обсягу матеріалу, що вивчається, а також розвитком інтелектуальних здібностей, що і призводить до якісної перебудови в організації мнемічних процесів [3, с. 322]. Говорячи про докорінний перелом у розвитку пам'яті в перехідному віці, Л.С. Виготський зауважив, що перехід до вищого типу запам'ятовування, порівняно з дитячим механічним запам'ятовуванням, спричиняється переходом до абстрактного мислення [1, с. 778]. Характеризуючи дану стадію розвитку мислення, видатний швейцарський психолог Ж. Піаже визначає її як стадію формально-операційну. Відповідно до його концепції, головним предметом якої є якісні зміни в процесі мислення, у підлітковому віці відбувається перехід від конкретних операцій до формальних. У цей час мислення починає докорінно відрізнятись від того, що було на стадії конкретних операцій [4, с. 172]. На формально-операційній стадії з'являється здатність до інтроспективного мислення (роздуми про думки), абстрактного мислення (вихід за межі реального до можливого), логічного мислення (здатність враховувати всі значущі факти та думки і робити з них висновки) та гіпотетичного мислення [4, с. 190]. На основі загальних посилок індивід, що знаходиться на стадії формальних операцій уже в змозі будувати гіпотези, перевіряти чи спростовувати їх, оперувати ними при розв'язуванні інтелектуальних завдань. Причому, розв'язуючи нову задачу, він використовує різні способи її розв'язку, намагаючись знайти серед них найбільш адекватний. Головною особливістю розвитку мислення у перехідному віці є те, що поступово окремі розумові операції перетворюються в єдину цілісну структуру [3, с. 320]. Дослідження психологами особливостей мнемічних процесів у підлітків показали, що у цьому віці вже мислення зумовлює основні особливості функціонування пам'яті.

Звернемо увагу на певну суперечність, що помічена нами у розглянутих літературних джерелах. У результаті проведених

психологами досліджень, було виявлено, що тільки половина дорослого населення реально перебуває на стадії повного формального мислення. Значна частина людей може так і не перейти до цього етапу когнітивного розвитку, хоча попередні стадії дитячого мислення, що описані в теорії Ж. Піаже, проходять усі люди [4, с. 184]. Тоді, здавалося б, якщо перехід від механічної пам'яті до логічної ґрунтується на відповідній перебудові мислення, то зазначений факт повинен призводити до того, що і логічною пам'яттю користується далеко не більша частина навіть дорослих. Тому твердження про те, що *більшість* учнів, що досягли підліткового віку, продовжуючи навчання, змушені відмовитись від механічного заучування матеріалу і перейти на логічну пам'ять [3, с. 322], здаються нам оптимістичним перебільшенням.

Звичайно, зазначена нами суперечність може бути тільки уявною і пов'язаною із труднощами кількісних вимірювань рівня розвитку інтелектуальних функцій, які нас цікавлять, а також із деякими термінологічними проблемами. Наприклад, логічна пам'ять при вивченні фізики може означати щось відмінне від тієї логічної пам'яті, яка потрібна для вивчення інших предметів. Адже є певна логіка і конкретних операцій. Та й на стадії формальних операцій виділяють два етапи: неповного і повного формального мислення. Причому результати тестів, орієнтованих на ці етапи, помітно розрізняються [4, с. 184].

Може й не потрібне повне формальне мислення для переходу на стратегію логічного запам'ятовування? У застосуванні до фізики це здається малоймовірним, бо без формального мислення навряд чи можна зрозуміти цей предмет, а, отже, і запам'ятати фактичний матеріал, користуючись саме логічною пам'яттю. Але хотілося б *експериментально* підтвердити або спростувати гіпотезу про необхідність формального мислення для переходу на логічну пам'ять, яка,

безумовно, потрібна для вивчення фізики. Тож далі ми обмежимось розглядом того, як впливає рівень розвитку формального мислення на якість засвоєння навчального матеріалу саме з фізики.

На жаль, нам не відомі тести на формальне мислення, якими користувалися дослідники, які виявили, що далеко не всі люди переходять на відповідну стадію когнітивного розвитку. Тому ми вирішили розробити свій тест. Ідея цього тесту полягала у наступному.

Вигадуються декілька неіснуючих слів, які б позначали множини неіснуючих об’єктів, що створюють певну ієрархію. Зв’язки між цими множинами пояснюються коротким текстом, а потім до цього тексту ставиться достатньо велика кількість запитань, на які можна відповісти, користуючись виключно формальною логікою. Ми не будемо наводити тут розроблений нами тест. Вважаємо, що викладена ідея дозволить бажаючим скласти свій варіант. Мова йде саме про новий тип тестів на формальне мислення, а не про окремий тест. Обмежимося лише графічним поданням тієї ієрархії множин, яка була у варіанті тесту, що використовувався у дослідженнях, про які йдеться далі (див. рис.1). Як видно з рисунку, вона досить примітивна.

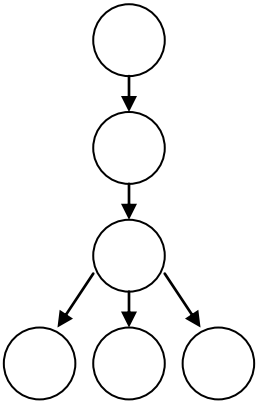


Рис.1. Ієрархія множин, яка використовувалась у тесті на формальне мислення

Треба зазначити, що принциповим є те, що тест має бути саме на *формальне*, а не на *конкретне* мислення. Тому не можна використовувати фактичний матеріал фізики або іншого навчального предмету.

Слова, які позначають елементи множин та їхні властивості, навмисно нами вигадувалися, бо важлива *форма*, а не конкретний зміст. Більш того, для нашого дослідження потрібно, щоб знання фактичного матеріалу не змогло підмінити здатності до логічних умовиводів. Дійсно, перевірку розвитку формального мислення треба проводити на незнайомому фактичному матеріалі, бо інакше ми не зможемо уникнути маскуючого впливу конкретних знань. Іншими словами, дізнатися, як була отримана правильна відповідь: у результаті логічних умовиводів чи як механічна реакція на відомий стимул. Крім того, вихід на рівень формальних операцій дає можливість оперувати поняттями, які задані формальними означеннями, а не відомі нам емпірично. Щодо фізики, то треба зазначити, що чим далі ми просуваємося у її вивченні, тим більше поняття, які треба засвоювати, відірвані від безпосереднього емпіричного досвіду. Тому означення, які є у підручниках з теоретичної фізики, для багатьох студентів містять не більше змісту ніж ті, що ми вигадали для неіснуючих об’єктів. І ми це перевіряли.

Був зроблений тест на зразок того, про який зараз йде мова, але використовувалися терміни з теоретичної механіки, які не вивчаються за шкільною програмою навіть для фізико-математичного профілю. Цей тест виконували як школярі, так і студенти-старшокурсники фізичного факультету. Позитивного впливу вивчення курсу теоретичної механіки студентами на успішність виконання тесту з термінами, які вони проходили за програмою навчання в університеті, помічено не було, але отримана досить висока кореляція з результатами нашого тесту на формальне мислення, як для студентів, так і для школярів.

Але повернемося до результатів використання тесту з вигаданими словами, який, на нашу думку, повинен вимірювати рівень розвитку формального мислення.

Через запропонований нами тест пройшло більше сотні школярів та студентів, серед яких був одинадцятирічний хлопчик, який правильно відповів на всі запитання, але були й двадцятирічні студенти, які спромоглися правильно відповісти тільки на шість запитань з двадцяти. Був і випадок, коли один десятикласник реагував дуже емоційно: “На ці питання взагалі не можна відповісти!”

Зауважимо, що на 15 з 20 запитань треба було дати відповідь “так” чи “ні”. А в останніх п’яти випадках треба було назвати цифру від нуля до трьох.

Цікавий, на наш погляд, результат ми отримали, побудувавши гістограму для студентів старших курсів Запорізького державного університету, в основному фізичного факультету, але були і студенти-математики. Вона подана на рис. 2.

У розподілі явно видно “провалину” між лідерами і рештою студентів. Це означає, що існує досить чітка межа між тими студентами, що вже перейшли на стадію повного формального мислення, та тими, що туди не переходили.

Рис.2. Результати тесту на формальне мислення

Такий самий двомодальний характер має інший розподіл — розподіл студентів-фізиків IV курсу ЗДУ за академічною успішністю з профільних дисциплін. Відповідна гістограма подана на рис. 3.

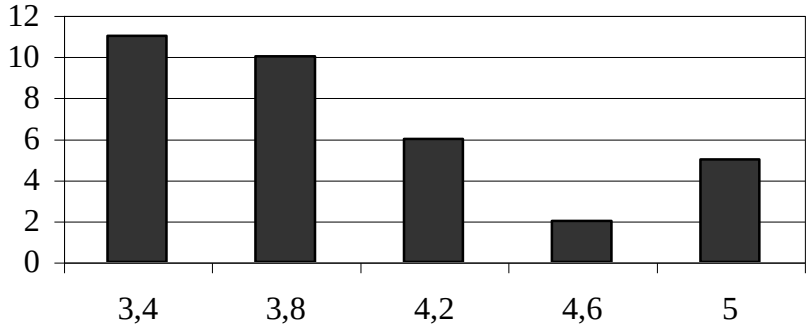


Рис.3. Академічна успішність студентів-фізиків IV курсу ЗДУ

Тож може виникнути думка, що двомодальність пов’язана виключно зі специфічністю вибірки: мовляв, так сталося, що саме такий розподіл на цьому конкретному курсі. Але ми не схильні до такого пояснення. По-перше, через тест на формальне мислення проходили старшокурсники не тільки цього курсу і факультету. А, по-друге, раніше ми випробовували аналогічний, але коротший тест (на десять запитань). Його виконували студенти-математики IV курсу ЗДУ. Розподіл був теж двомодальним, а студенти, які давали свій вклад у “слабку” моду, мали чималі проблеми з вивченням курсу теоретичної фізики, який вони проходять за навчальним планом. Але тут треба зазначити, що виокремлення студентів-старшокурсників було принциповим для отримання двомодальності розподілу. Коли учасниками експерименту з нашим тестом на формальне мислення були кращі учні старших класів м. Запоріжжя, які навчалися у літній фізико-математичній школі, розподіл був

одномодальним з максимумом саме там, де у студентів-старшокурсників існує “провалина”. Ми це пояснюємо таким чином. У старших класах школи кращі учні *переходять* на стадію повного формального мислення, і вони знаходяться саме *на переході* від “слабкої” моди до “сильної”. А старшокурсники вже або перейшли, або і не переходили. На жаль, у багатьох школах для успішного (за оцінками) навчання цілком вистачає механічної пам’яті. А коли виховані на цій хибній стратегії школярі починають навчання у вищих навчальних закладах, вони вже не можуть перейти на логічну пам’ять, бо не вистачає рівня розвитку формального мислення, яке, безумовно, потрібне для вивчення фізико-математичних наук. І саме вони складають цю “слабку” моду не тільки у розподілі за результатами тесту на формальне мислення, а й у розподілі за академічною успішністю з профільних дисциплін. Щоб упевнитись у тому, що рівень розвитку формального мислення обмежує можливість мати високі оцінки на фізичному факультеті університету, ми зобразили відповідними точками на площині результати нашого тесту і середній бал за 7 семестрів з профільних дисциплін для студентів IV курсу (див. рис. 4).

Рис.4. Обмежуючий вплив рівня розвитку формального мислення на академічну успішність студентів

Для наочності, ми обмежили поле, зайняте експериментальними точками, сторонами прямокутного трикутника. Видно, що вище гіпотенузи цього трикутника експериментальних точок немає. Це і означає, що для кожного результату за нашим тестом існує певна межа для середнього балу з профільних дисциплін, але ця межа "відсувається" з ростом рівня формального мислення.

Таким чином, необхідною умовою високої академічної успішності з профільних дисциплін на фізичному факультеті університету є високий рівень розвитку формального мислення. Але, безумовно, ця умова не є достатньою. Якщо не вчити фізику або інший предмет, то і формальне мислення не забезпечить відмінної оцінки на відповідному екзамені.

Було цікаво з'ясувати, на виконання яких типів завдань, що пов'язані зі знанням фактичного матеріалу з фізики, рівень розвитку формального мислення може здійснювати обмежуючий вплив.

Ми розглянемо два досліджуваних нами типи завдань "термінологічної" контрольної роботи з молекулярної фізики та термодинаміки [5]. Ці роботи виконували учні X класу фізико-математичного ліцею №105 м. Запоріжжя і студенти IV курсу фізичного факультету ЗДУ.

Перше завдання складалося з двадцяти термінів, при написанні яких було вилучено біля половини букв і замінено великими за розміром точками. Наприклад:

…6. ●РИТ●●Н●Й С●●Н Р●●●В●Н●… 8. РОЗП●●І● ●ОЛ●●МА●А… 20. А●●АБА●●И● ●РО●●С.

Друге завдання містило 40 тверджень, про які треба було сказати вірні вони чи ні. Наприклад:

…12. Молярна маса чисельно дорівнює $1/12$ маси атома ізотопу вуглецю C^{12} … 18. Тиск насиченої пари збільшується з ростом температури за лінійним законом… 24. Теплоємність не

може бути від'ємною… 33. Температура зменшується під час адіабатного розширення.

При перевірці першого завдання зараховувалися як правильні тільки повністю відгадані терміни. У другому завданні оцінка визначалася як різниця між кількістю правильних і кількістю неправильних відповідей. Результати подані на рис. 5 і 6 відповідно.

Рис.5. Незалежність результатів тесту на відгадування термінів від рівня розвитку формального мислення

Рис.6. Обмежуючий вплив рівня розвитку формального мислення на об'єм знань фактичного матеріалу з фізики

Як бачимо, рівень формального мислення не впливає

помітно на відгадування термінів за збереженими буквами. А ось здатність виконувати завдання другого типу вже істотно обмежується рівнем розвитку формального мислення. Тут треба спеціально підкреслити, що друге завдання перевіряло знання фактичного матеріалу, а не, скажімо, застосування його у нестандартній ситуації. Але, коли цей матеріал стосується досить великої теми, яку вивчають протягом семестру, то тільки механічної пам'яті не вистачає.

Отже, ми експериментально дослідили виконання різних контролюючих завдань школярами та студентами. В результаті проведених досліджень було доведено обмежуючий вплив рівня розвитку формального мислення на результати виконання завдання, що перевіряло знання фактичного матеріалу з фізики, який вивчався на протязі цілого семестру, а також на академічну успішність студентів-фізиків з профілюючих дисциплін.

Що ж можна порекомендувати учням та студентам для підвищення своїх результатів з фізики? Шукаючи відповідь на це питання, ми виявили дві суттєво різні ситуації. Перша характерна для учнів та студентів, що мають достатньо високий потенціал для подальшого розвитку, тобто добре розвинуте формальне мислення, але показують доволі низькі результати. У цьому випадку потрібно просто більше часу приділяти вивченню фізики: читати теоретичний матеріал, розв'язувати задачі тощо. Якісно відрізняється від попередньої інша ситуація, коли учень чи студент принципово не може покращити свої результати через вельми низький рівень розвитку формального мислення. У цьому випадку необхідно займатися саме розвитком мислення, підвищенням його рівня. Цьому сприятимуть форми навчання, які спрямовані на розвиток навичок формального мислення та дозволяють учням спостерігати, аналізувати, висувати гіпотези та робити висновки.

Наприкінці ще раз звернемо увагу на той факт, що у нашій роботі йшла мова про засвоєння фактичного матеріалу з фізики, а не про використання знань у нестандартних ситуаціях. Це треба особливо підкреслити, бо більшість школярів і студентів вважають, що для рівня відтворення у стандартних ситуаціях цілком досить механічної пам'яті, звичайної зубрячки.

На жаль, такої же думки дотримується частина вчителів і викладачів. І замість того, щоб перейматися необхідністю розвивати мислення своїх учнів, вони "виконують програму", фактично вимагаючи механічного заучування навчального матеріалу. Наше експериментальне дослідження спрямоване на доведення хибності цього шляху. Недорозвиненість мислення школярів і студентів принципово обмежує їхні успіхи у вивченні фізики навіть на рівні відтворення фактичного матеріалу, якщо він охоплює хоча б семестровий курс.

Література:

1. Выготский Л.С. Психология. М.: Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2000. – 1008 с. – (Серия "Мир психологии").

2. Блонский П.П. Мышление и память. – СПб.: Питер, 2001. – 288 с. – (Серия "Психология-классика").

3. Психология человека от рождения до смерти/ Под ред. А.А.Реана. – СПб.: прайм-ЕВРОЗНАК, 2001. – 656 с. – (Серия "Психологическая энциклопедия").

4. Райс Ф. Психология подросткового и юношеского возраста. – СПб.: Издательство "Питер", 2000. – 624 с. – (Серия "Мастера психологии").

5. Афанасьєва Н.І. (Тихонська Н.І.), Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П. Термінологічна контрольна робота з молекулярної фізики та термодинаміки // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НауМетАУ, 2002. – Т. 2: Теорія та методика навчання фізики. – С. 5–10.

ПРОБЛЕМА НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ ПОГЛИБЛЕНОГО КУРСУ ФІЗИКИ[6]

Ю.П. Мінаєв, І.П. Кенєва, А.М. Андрєєв

Математика як важливий інструмент для фізики та інших наук

Сьогодні математика перетворилась у повсякденне знаряддя дослідження в фізиці, астрономії, біології, хімії, інженерній справі, організації виробництва і багатьох інших галузях теоретичної і прикладної діяльності. Там, де ще недавно панував суто якісний підхід, тепер відшукуються строгі кількісні закони та будуються математичні моделі явищ, що вивчаються.

Важко переоцінити значення математичного апарату для сучасної фізики. Математика вже давно стала для неї мовою спілкування. Саме вона підняла фізику з емпіричного на теоретичний рівень.

Відомий український фізик К.Д. Синельников говорив, що математика у сучасній фізиці не є просто знаряддям для розрахунків; без математики неможливе достатньо повне розуміння властивостей мікросвіту. А видатний американський фізик Вігнер у захваті від неабияких можливостей математики для вивчення явищ природи писав: "…неймовірна ефективність математики у природничих науках є чимось, що граничить з містикою…" [1, с. 6].

На сучасному етапі математика дозволила залучити нові можливості пізнання, зокрема математичне моделювання різноманітних процесів з наступним отриманням логічних наслідків за допомогою потужних методів інформаційних

[6] ***Стаття опублікована у збірнику науково-методичних праць Тернопільського державного педагогічного університету*** (Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. №6. — 2002. — С. 102-107).

технологій.

Отже, у зв'язку зі зростанням ролі математики у сучасній науці і техніці надзвичайно велике число майбутніх фізиків, хіміків, біологів та інших фахівців потребує серйозної математичної підготовки, яка дала б можливість математичними методами досліджувати велике коло різноманітних проблем, застосовувати сучасну обчислювальну техніку, використовувати теоретичні досягнення на практиці [2, с. 3].

Відомий радянський математик А.М. Колмогоров вважав дуже важливим привести загальні логічні основи сучасної математики у такий стан, щоб була можливість викладати їх у школі підліткам віком 14 – 15 років, а також знищити розходження між "строгими" методами "чистих" математиків і "нестрогими" прийомами математичних міркувань, що використовуються прикладними математиками, фізиками і техніками [3, с. 9].

Запрограмована математична незабезпеченість шкільного курсу фізики

Здавалося б, що вивчення математики повинно у значній мірі залежати від потреб фізики. Тобто учні повинні своєчасно вивчати математичні поняття, прийоми, щоб потім уміло їх застосовувати у фізиці в разі виникнення такої необхідності. Особливо актуальною ця проблема є для шкіл та класів з поглибленим вивченням фізики. Згідно з пояснювальною запискою до офіційної програми з фізики, учням, які обрали фізико-математичний, фізичний, фізико-хімічний профілі у 10-11 класах або поглиблене вивчення фізики у 8-11 класах спеціалізованих шкіл, класів, ліцеїв, рекомендовано *курс поглибленого (творчого) рівня.* Характеризуючи його, зазначають, що викладання такого курсу передбачає широке використання математичного апарату (підвищеної складності) [4, с. 11]. Передбачається також широке застосування мікрокалькуляторів та комп'ютерів для розв'язування фізичних

задач та дослідження процесів [4, с. 95]. При цьому про узгодження офіційних навчальних програм з фізики, математики та інформатики нічого не сказано, бо, мабуть, це вважається самоочевидним.

Проаналізувавши відповідні програми, ми дійшли висновку, що шкільний курс математики не завжди враховує особливості математичного апарату, необхідного для вивчення фізики на поглибленому рівні. Іноді необхідні для правильного розуміння фізичних понять математичні ідеї вивчаються учнями надто пізно. Наприклад, закони механіки у дев'ятому класі розглядають без залучення таких понять як похідна та інтеграл, які за програмою з математики вивчають у десятому та одинадцятому класах відповідно. Це призводить до формування хибного уявлення про деякі фізичні поняття. Так, помічено, що часто учні (та й студенти!) туманно уявляють собі, що таке потенціальна енергія, обмежуючись при поясненні цього поняття виключно енергією піднятого над землею тіла. Цей факт є підтвердженням того, що легше вивчити нове поняття, ніж змінити вже сформовану точку зору, яка згодом може виявитися не досить вірною. Іноді виникають ситуації, коли учні, не розуміючи математичного змісту фізичних понять, які наведено в умові задачі, намагаються розв'язати її, використовуючи "побутовий" досвід знайомства з відповідним словом. Ця досить поширена помилка є одним з наслідків недостатньої підтримки шкільного курсу фізики математикою.

Існують також питання, що взагалі не передбачені шкільною програмою з математики, але без яких адекватне розуміння деяких фізичних понять стає практично неможливим. Наведемо конкретний приклад. У школі не вивчають векторний добуток, але без розуміння цього поняття вивчення таких розділів фізики як механіка (момент сили, момент імпульсу) та електродинаміка (сила Лоренца, сила Ампера, закон Біо-Савара-Лапласа) значно ускладнюється.

Слід зауважити, що формальне знання теорії ще не передбачає уміння застосовувати її на практиці. Не поодинокі випадки, коли учень добре знає теорію курсу фізики, але не вміє застосувати математичні знання до розв'язування фізичних задач. Цей факт може бути наслідком того, що шкільні підручники з математики майже не містять задач з фізичним змістом, а якщо вони все ж присутні — їх розв'язуванню приділяється досить мало уваги. В результаті математичні поняття здаються школярам вельми далекими від реальності. На це звертав увагу математик і педагог Л.Д. Кудрявцев: "Дуже часто, пояснюючи математичні поняття, що використовуються в фізиці (або в будь-якій іншій галузі знань), не перекидають містка, який пов'язує ці знання з їх традиційними застосуваннями, а це необхідно робити."[2, с. 106].

Таким чином, ми приходимо до висновку, що математична незабезпеченість поглибленого курсу фізики фактично запрограмована традиційним підходом до викладання цих предметів, який нехтує можливістю налагодження їхньої дієвої інтеграції.

Досвід налагодження інтеграційних процесів в умовах фізико-математичного ліцею

Неузгодженість офіційних програм з математики та фізики підштовхувала учителів фізики, яким потрібно було викладати свій предмет на поглибленому рівні, до пошуків власних шляхів розв'язання зазначеної проблеми. Деякі змогли домовитися з викладачами математики, щоб ті внесли корективи в свої робочі плани, змінивши послідовність розгляду тем та виділивши деякий час на спеціальні заняття, де коротко викладався математичний апарат, що потрібен для поглибленого вивчення фізики. В інших випадках була можливість читати спецкурси, спеціально орієнтовані на випереджаюче ознайомлення школярів з математичними методами фізики. Окремі учителі знайомили своїх учнів з математичними поняттями та методами

безпосередньо на уроках фізики. У деяких випадках учителю фізики дозволяли також вести заняття з математики, повністю виконуючи офіційну програму і з цього предмету.

У фізико-математичному ліцеї № 105 м. Запоріжжя була реалізована саме остання ситуація. Один з авторів цієї статті (Ю.П. Мінаєв) вже сім років сам веде заняття з математики за програмою, яка була спеціально перероблена для ефективної підтримки поглибленого курсу фізики. А ще раніше на протязі трьох років у цьому ж ліцеї читалися спеціальні математичні курси, на яких розбиралися теми, необхідні для поглибленого вивчення фізики. Особлива увага була приділена основам векторного аналізу, який читався десятикласникам паралельно до курсу електродинаміки. Результати експериментальної роботи співставлялися з тим, як засвоювали такий самий курс електродинаміки третьокурсники математичного факультету Запорізького університету. Десятикласники впоралися з поставленим перед ними завданням не гірше за студентів третього курсу.

Що ж до викладання фізики і математики одним учителем, то виявилося, що ця форма дуже зручна і дозволяє досить легко налагодити дієву інтеграцію фізики і математики.

Всі випускники експериментального класу вступили до вищих навчальних закладів, де фізика і математика є профілюючими предметами. У випускному класі вісім учнів стали переможцями обласного етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідних робіт школярів. А троє з них стали переможцями фінального (загальнодержавного) етапу.

Зазначимо, що інтеграція фізики і математики вельми сприяє підготовці та успішній участі в цьому конкурсі, бо дійсно дослідна робота не знає штучних бар’єрів між навчальними предметами.

Учні нового експериментального класу вже є ліцеїстами на протязі трьох років. П’ятеро з них, навчаючись у десятому класі,

взяли участь в олімпіаді для абітурієнтів фізичного факультету ЗДУ. Всі вони отримали за результатами цієї олімпіади дипломи, що надають їм право через рік (після закінчення ліцею) бути зарахованими на перший курс без вступних іспитів. Результати участі в конкурсі-захисті науково-дослідних робіт теж непогані для десятого класу: сім переможців обласного етапу і один загальнодержавного.

Таким чином, позитивний досвід організації математичної підтримки поглибленого курсу фізики існує. Але про його розповсюдження говорити поки що рано. Навіть в експериментальних класах робота помітно стримувалася відсутністю навчального посібника. Тому досить багато часу йшло на лекційний виклад матеріалу. Були певні проблеми з добором завдань для індивідуальної роботи учнів. Відсутність учня на уроці не могла бути скомпенсована домашньою роботою з посібником. Організація колективної роботи в класі (у парах змінного складу) теж ускладнювалася без готових друкованих текстів.

Завдання навчального посібника для математичної підтримки поглибленого курсу фізики

Які завдання стоять перед навчальним посібником, про який йде мова? Він повинен доповнити підручник фізики, не претендуючи на те, щоб замінити собою підручник математики. У свій час, коли видатний фізик академік Я.Б. Зельдович написав свою славнозвісну книжку “Вища математика для початківців та її застосування до фізики” [5], елементи вищої математики не входили до шкільного курсу. Тому ця книжка доповнювала шкільний курс математики новими розділами, з урахуванням потреб виховання майбутніх фізиків і техніків.

Зараз таких необхідних додаткових розділів помітно менше, бо з того часу шкільна програма з математики суттєво доповнилася, в першу чергу за рахунок включення начал математичного аналізу. Але все ж таки, за оновленими

програмами з математики, необхідні для фізики розділи йдуть із запізненням. Тому потрібен посібник, у якому математичні поняття і методи вивчалися б на пропедевтичному, достатньому лише для правильного розуміння курсу фізики, рівні, але своєчасно. При цьому, високі вимоги стосовно математичної строгості можна залишити на долю підручників систематичного курсу математики. Призначення посібника, про який йде мова, саме в підтримці курсу фізики, в тому, щоб не дати йому розсипатися на купу розрізнених, не пов'язаних між собою формул, які потрібно зазубрювати, бо для їх виводів немає відповідних математичних засобів.

Досвід своєчасного ознайомлення школярів з необхідним мінімумом математичних понять і методів показує, що у цьому випадку вивчення фізики можна вести на якісно іншому рівні. Практично всі формули, які зустрічаються в поглибленому курсі фізики, вони можуть вивести самостійно! Порівняльний аналіз показав, що учні випускного експериментального класу пам'ятали формули за весь курс фізики краще, ніж студенти останнього курсу фізичного факультету університету. Ті, хто в школі зазубрював фізичні формули, не можуть звільнитися від цієї хибної звички і в університеті. А коли формул, які потрібно швидко згадувати, накопичується досить багато, механічної пам'яті не вистачає.

Тут треба сказати про суттєву, на наш погляд, ваду навчання тільки за систематичними курсами. У систематичному курсі кожне твердження або формула доводиться тільки один раз. І якщо учень забув якусь формулу і намагається її вивести, то спроби пройти тим шляхом, яким вона виводилася у підручнику, досить рідко виявляються успішними. По-перше, він скоріше намагається не вивести, а згадати вивід. А по-друге, навіть не робить спроб отримати потрібний результат новим шляхом, з інших міркувань.

Чи не в цьому причина того, що існує багато дорослих людей, які практично нічого не пам'ятають з того, чого їх вчили в школі та інституті? І таких немало навіть серед тих, хто свого часу був відмінником навчання. Вони старанно заучували не тільки готові результати, а й їхні доведення, але з часом усе розсипалося, а самостійно поновлювати свої знання не навчилися. Поновлювати не за рахунок "повторення матеріалу", а за допомогою самостійного відшукання нових зв'язків з тим, що залишилося в пам'яті.

На наш погляд, посібник, завдання якого зараз обговорюються, повинен давати приклади отримання одного і того ж результату різними шляхами й спонукати до подібних самостійних дій читача, щоб у того в свідомості виникала ціла мережа пов'язаних між собою фактів, які можна поновлювати (у випадку забування) за рахунок логічних зв'язків, встановлених у різних напрямках, а не тільки вздовж одного ланцюжка, як це часто має місце в систематичних курсах.

Встановлення логічних зв'язків у різних напрямках сприяє, як показує досвід, розвитку не тільки такої важливої властивості мислення, як його гнучкість, але і критичності. Дійсно, щоб упевнитись у вірогідності якогось результату, краще мати можливість його отримати з різних міркувань, а не багаторазово перевіряючи один і той самий ланцюжок умовиводів.

Підсумовуючи сказане, ми висуваємо три головних пов'язаних між собою завдання, що стоять перед навчальним посібником для математичної підтримки поглибленого курсу фізики: своєчасне повідомлення необхідних для засвоєння фізики математичних понять і методів; сприяння розвитку логічної пам'яті; сприяння розвитку гнучкості й критичності мислення.

Що стосується структурної організації посібника, бажано щоб він складався з розділів, які можна було б читати незалежно один від одного.

Література:

1. Гнеденко Б.В. Математика в современном мире. — М.: Просвещение, 1980. – 126 с.

2. Кудрявцев Л.Д. Мысли о современной математике и ее изучении. – М.: Наука, 1977. – 112 с.

3. Математика в современном мире (пер. с англ.). Сборник статей. – М.: Мир, 1967. – 204 с.

4. Програми для середніх загальноосвітніх шкіл. Фізика. Астрономія. 7-11 класи. – К.: Перун, 1996. – 144 с.

5. Зельдович Я.Б. Высшая математика для начинающих и ее приложения к физике. – М.: Наука, 1968. – 576 с.

ІНТЕГРАЦІЯ ЗНАНЬ З МЕХАНІКИ ТА МАТЕМАТИКИ У СТАРШІЙ ШКОЛІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОГО ПРОФІЛЮ[7]

О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв

Прийнятий в Україні державний стандарт базової та повної середньої освіти [2] передбачає вивчення фізики у середній школі за схемою "3+3": перші три роки (VII–IX класи) відводяться на засвоєння базового курсу, а останні три роки (X–XII класи) учні навчаються за програмами, які враховують профільну диференціацію старшої ланки середньої школи.

Науково-методичним засадам навчання фізики в основній школі була присвячена дисертація доктора педагогічних наук М.Т. Мартинюка [4]. Там пропонувалося подати адаптовану для учнів VII–IX класів систему фізичних і астрономічних знань, обравши за основу формування навчального матеріалу феноменологічний ("явищний") підхід, який, на думку автора, більш повно відповідає психологічним особливостям дітей підліткового віку. Засвоєння учнями змісту навчання має здійснюватися на експериментальній основі: фізичний експеримент у контексті фактичного матеріалу — це і наочність, і метод дослідження, і джерело знань, і критерій перевірки наслідків гіпотез та теоретичних висновків. Досить широке використання модельних уявлень кожного разу "підкріплюється" конкретним образом об'єкта, що вивчається. Використання математичного апарату зведено до мінімуму. Перевагу надано логічним міркуванням, образному і предметно-наочному моделюванню. Базовий курс є завершеним, він

---

[7] ***Стаття опублікована у Віснику Чернігівського державного педагогічного університету*** (Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. Випуск 30. Серія: Педагогічні науки. — Чернігів, 2005. — С. 142-146).

охоплює всі розділи фізики. Поділ шкільної фізики на базовий і профільні курси відповідає ступеневій структурі нинішньої середньої школи.

Серед напрямків, в яких варто продовжити дидактичні дослідження, М.Т. Мартинюк називає розробку й обґрунтування профільних курсів фізики в старших класах (для учнів, які вивчили базовий курс в основній школі) та адекватних їм методичних систем навчання.

Ми зосередимо увагу на профільних курсах, орієнтованих на тих учнів, які планують продовжити свою фізичну освіту у вищих навчальних закладах. Перспектива продовження фізичної освіти у ВНЗ суттєво впливає на таксономію цілей навчання фізико-математичних дисциплін у старших класах школи [5]. Засвоєння відповідних університетських курсів вимагає кардинальної перебудови когнітивної сфери, виходу на рівень формальних операцій (за Піаже). Якщо така перебудова не відбулася ще у шкільні роки, то сподівання на успішне навчання у ВНЗ не має підстав [1]. З іншого боку, існуюча нині у середній школі система оцінювання навчальних досягнень з фізики (тематичні атестації без обов'язкового іспиту за весь курс) не примушує учнів до перебудови, про яку йдеться, їм цілком вистачає дитячої механічної пам'яті, щоб заучувати на короткий термін чергову порцію матеріалу, необхідну для одержання бажаної оцінки на тематичній атестації. Навіть у фізико-математичних класах далеко не всі учні обирають фізику як предмет, з якого вони будуть проходити державну атестацію за весь шкільний курс. Але відмова від випускного іспиту в школі не забороняє їм ставати студентами тих ВНЗ, в яких фізика входить до навчальних планів і є підґрунтям фахової підготовки.

Для успішного оволодіння університетським курсом фізики потрібно не тільки перейти у своєму когнітивному розвиткові на стадію формальних операцій, а і досить вільно користуватися відповідним математичним апаратом. У більшості випадків

випускники сучасних середніх шкіл не вміють застосовувати знання і вміння, отримані на уроках математики, до питань фізики. Це й не дивно, бо математична підтримка шкільного курсу фізики не забезпечена навіть на рівні узгодження навчальних програм [8].

Прийнятий в Україні державний стандарт базової та повної середньої освіти відносить фізику та математику до різних освітніх галузей. Це ускладнює організацію узгодження навчальних програм з цих дисциплін. Але державний стандарт дозволяє змінювати порядок вивчення окремих тем у межах старшої школи. Цим можна скористатися, щоб забезпечити належну математичну підтримку профільних курсів фізики.

Чим має відрізнятися профільний курс для тих, хто збирається продовжувати фізичну освіту у вищій школі, від інших альтернативних курсів фізики старшої профільної школи і від базового курсу?

Для правильного розуміння подальшого викладу треба наголосити, що мова йде не про курс для майбутніх професіональних фізиків, а для тих, хто вивчатиме фізику в університеті як навчальний предмет з циклу фундаментальних дисциплін, на основі яких вестиметься фахова підготовка.

Зазначимо, що М.Т. Мартинюк, обстоюючи у своїй докторській дисертації введення завершеного базового курсу фізики основної школи, визнавав і такий варіант методичної системи навчання фізики, коли її поглиблене вивчення починається з VIII класу. На нашу думку, профільне навчання фізики з VIII класу має залишитися саме для підготовки професіональних фізиків. Завжди існує відносно невелика кількість учнів, які вже в такому віці визначилися щодо своєї майбутньої долі науковця в галузі фізичних наук. Але зараз мова йде про тих, хто мусить вивчати фізику у вищій школі, бо вона складає підґрунтя фахової підготовки для багатьох природничо-наукових, інженерних і педагогічних спеціальностей. Вивчення

ж фізики у ВНЗ унеможливлюється без належної організації навчання в середній школі.

В останні роки спостерігається значне розшарування студентів за їхніми успіхами з фізико-математичних дисциплін. Невстигаючі студенти не стільки не хочуть, скільки неспроможні вивчати ці навчальні предмети. А серед невеликої кількості студентів, які успішно навчаються з цих дисциплін, практично всі — випускники спеціалізованих фізико-математичних шкіл. Треба сказати, що для колишніх учнів таких шкіл умови для інтелектуального і творчого розвитку в університеті виявляються помітно гіршими, порівняно з тими, які в них були у шкільні роки, бо оточення стає менш інтелектуальним і творчим. Випускники невеликої кількості спеціалізованих фізико-математичних шкіл розпорошуються по порівняно великій кількості ВНЗ відповідного профілю, які часто-густо вимушені приймати на навчання багато непідготовлених належним чином абітурієнтів.

Отже, мова йде про фізико-математичну освіту досить значної частини учнів середньої школи, яким треба допомогти до закінчення основної школи зробити правильний вибір профілю навчання у старшій школі, а там уже налагодити підготовку, необхідну для подальшого успішного навчання у ВНЗ.

З цієї точки зору, базовий курс основної школи має бути спрямованим, у першу чергу, на збудження зацікавленості фізичними явищами, на створення впевненості учнів у необхідності фізичних знань для широкого кола професій і навіть просто для нормального життя у сучасному світі. Разом з тим, треба звертати увагу учнів на те, що фізика — найрозвинутіша в теоретичному плані наука, а її вивчення вимагає знайомства з досить складним математичним апаратом, здатним “згорнути” величезний фактичний матеріал фізичної науки у невелику кількість фундаментальних теорій.

Уже в основній школі корисно демонструвати, як математика допомагає відновлювати у пам'яті значну частину теоретичного матеріалу з фізики, а також заохочувати учнів до використання математики під час з'ясування фізичних питань. Але робити це треба дуже обережно, поступово. Учні мають на своєму досвіді переконатися, що математика полегшує, а не ускладнює розуміння і передбачення фізичних явищ.

Головне завдання вчителя фізики основної школи, на нашу думку, — забезпечити достатньо велику кількість бажаючих обрати для навчання у старшій школі фізико-математичний профіль. В учнів має з'явитися багато цікавих для них питань з фізики, які б вони *хотіли* з'ясувати, але при цьому розуміли, що це можна зробити, лише *поглиблено* вивчаючи фізику і математику. Бажано створити *пізнавальну* мотивацію вибору фізико-математичного профілю.

Тут треба врахувати, що найзацікавленіші фізикою учні вже після VII класу перейдуть до спеціалізованих фізико-математичних шкіл. Отже, треба буде збудити інтерес до цього навчального предмету в учнів, більшість з яких у своєму когнітивному розвиткові ще знаходяться на рівні конкретних операцій. Це означає, що вони ще не навчилися *отримувати задоволення* від формально-математичних доведень, не навчилися користуватися законами формальної логіки. Ці вміння не формуються самі по собі в міру фізіологічного розвитку дитини, але форсування відповідного навчання може привести до того, що учні втратять віру у свої сили і будуть уникати занять фізико-математичними дисциплінами. Оскільки перехід на якісно новий щабель когнітивного розвитку для кожного учня проходить досить стрибкоподібно, а моменти таких переходів для всіх учнів не збігаються у часі, то тут, як ніколи, потрібен індивідуальний підхід до кожного окремого вихованця, потрібні допомога, підтримка, заохочення, але без висування жорстких вимог. Навіть єдині вимоги до оцінювання

навчальних досягнень з фізики виявляються недоречними. У кожного учня може бути свій шлях до зацікавленості фізикою, до переходу на новий щабель пізнання світу. І вчителеві треба навчитися диференційовано оцінювати досягнення учнів на цьому шляху. Це дуже непроста справа, але затрачені зусилля окупляться навіть на рівні задоволення від учительської праці. Співпрацювати з розумними і зацікавленими навчальним предметом учнями набагато приємніше, ніж примушувати недалеких і байдужих заучувати програмний матеріал.

Ще раз наголосимо на тому, що необхідно забезпечити достатньо велику кількість бажаючих обрати для навчання у старшій школі фізико-математичний профіль. В ідеалі, всі хто буде продовжувати фізичну освіту у ВНЗ, повинні закінчувати середню школу за цим профілем. Без цього, як показав досвід останніх років, їхнє навчання у вищій школі практично втрачає сенс, бо вони виявляються нездатними оволодіти спеціальностями, які спираються на фундамент фізико-математичних дисциплін.

Нездатність, про яку йдеться, пов’язана не з тим, що в абітурієнтів цих ВНЗ існують деякі прогалини в знаннях фактичного матеріалу шкільного курсу фізики. Виявляється, що вони не навчилися розуміти мову підручника, пояснення викладача, не вміють будувати логічні умовиводи, не можуть критично ставитися до зовнішньої інформації та до того, що говорять і пишуть самі. Вони вміють тільки те, чого їх учили в школі з першого до останнього класу, — заучувати на короткий термін відносно невеликі тексти, не заглиблюючись у їхній зміст.

З перших класів громадяни оновленої України заучують тексти, що містять слова, значення яких не знають не тільки вчителі початкових класів і батьки молодших школярів, а й викладачі української мови і літератури. Притчею во язицех стали тексти одного з новітніх підручників біології для учнів

шостих класів [3]. Після такої “обробки” мало хто з учнів намагається розібратися в текстах підручника фізики. До того ж, залишаючись без належної математичної підтримки, зміст шкільного курсу фізики розсипається на величезну купу практично не пов’язаних між собою фактів. Як наслідок — вивчення цього навчального предмету у сучасній середній школі небагато дає для розумового розвитку більшості учнів. Заучування визначень наукових понять не просуває автоматично на рівень теоретичних узагальнень.

Отже, якщо призначення базового курсу фізики ми вбачаємо у забезпеченні контингентом великої кількості відповідних профільних класів, які повинні бути створені, то завдання вчителів таких класів полягає, на нашу думку, в тому, щоб завершити кардинальну перебудову когнітивно-вольової сфери учнів і зробити їх здатними до продовження фізичної освіти у ВНЗ.

Один з апробованих нами варіантів організації підготовки учнів середньої школи до продовження фізичної освіти отримав назву “*технологія критичного мислення*” [7] і ґрунтувався на дидактичному принципі *інтеграції на засадах профільної диференціації* [6]. Він був реалізований в умовах фізико-математичного ліцею, де один з авторів (Ю.П. Мінаєв) мав можливість виконувати обов’язки і вчителя фізики, і вчителя математики.

Апробація іншого варіанту розпочалася у 2003/04 н.р. в умовах фізико-математичного гуртка районного центру дитячої та юнацької творчості (м. Запоріжжя, Жовтневий р-н). Заняття, які проводила другий автор (О.А. Марченко), відвідували учні дев’ятих класів різних шкіл міста. У цьому випадку не було формальної вимоги мати окремі програми з фізики та математики і можна було створити дійсно інтегрований курс, урахувавши досвід налагодження міжпредметних зв’язків, набутий під час узгодженого викладання фізики і математики в

ліцеї.

Особлива роль у налагодженні дієвої інтеграції між фізикою і математикою належить технології вивчення теоретичного матеріалу з механіки. Значення математики для розвитку фізичної науки було відбито ще у назві фундаментальної праці І. Ньютона. З іншого боку, розвиток самої математики підштовхувався потребами побудови адекватних математичних моделей фізичної реальності. Зв'язок між математикою і механікою знаходить свій відбиток і у традиційній назві одного з факультетів у багатьох класичних університетах. На доцільність створення інтегрованого курсу, в якому б розглядалися спільні питання математики і механіки, вказував і відомий дидакт, автор ідеї укрупнення дидактичних одиниць П.М. Ерднєв [9]. Але й досі за офіційними програмами механіку *проходять* (бо вивченням це назвати не можна) набагато раніше, ніж учні знайомляться з відповідними темами на уроках математики.

Інтегрований курс, який ми запропонували гуртківцям районного центру дитячої та юнацької творчості, отримав назву "Мехматика". Його програма враховувала рівень математичної підготовки учнів, які закінчили VIII клас загальноосвітньої школи. Зазначимо, що згідно з прийнятим державним стандартом базової та повної середньої освіти випускники основної школи будуть не набагато краще підготовленими до вивчення механіки у старшій школі.

Інколи вчителі фізики намагаються забезпечити математичну підтримку курсу механіки у такий спосіб. Після короткої розповіді про фізичний і геометричний зміст похідної функції дають таблицю похідних елементарних функцій і вимагають від учнів завчити її напам'ять. З інтегралами — та сама історія. Ми принципово проти такого підходу. Хоча він може на початковому етапі дати деяку економію навчального часу, у подальшому ця економія обертається значними

втратами. Бездумно завчене напам’ять не піддається свідомому контролю. А формули зовні такі схожі , якщо не заглиблюватись у їхній зміст! Через деякий час вони в голові переплутуються, і учні стають цілком безпорадними.

Ми йдемо іншим шляхом. Багато часу виділяємо на початкове знайомство з елементарними функціями, з їхніми властивостями, з графіками, з фізичними процесами, які вони описують. Докладно обґрунтовуємо необхідність уведення поняття похідної функції, детально розбираємо її фізичний і геометричний зміст. Пропонуємо учням будувати за графіками функцій ескізи графіків їхніх похідних. Аналогічний підхід використовуємо і при знайомстві з інтегралами, рядами, диференціальними рівняннями. Це привчає учнів усвідомлювати, а не механічно запам’ятовувати формули і алгоритми дій. У результаті — інколи учні придумують такі підходи до розв’язання запропонованих нами завдань, які цікавіші від тих, що ми збиралися їм показати, якщо б вони не впоралися самостійно. А головне — учні навчаються критично мислити, під час виконання завдань орієнтуються на внутрішні, суттєві ознаки проблемної ситуації, а не починають бездумно відпрацьовувати алгоритм дій, який був би доречним в інших умовах, які лише на вигляд нагадують запропоновані.

Ми вважаємо, що проведена нами експериментальна робота дає підстави запропонувати використовувати інтегрований курс “Мехматика” на початку вивчення фізики у старшій ланці середньої школи після базового курсу основної школи. Питанням методичного забезпечення інтегрованого курсу, про який ішлося, будуть присвячені наступні публікації.

Література:

1. Афанасьєва Н.І. (Тихонська Н.І.), Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П. Залежність якості засвоєння школярами і студентами навчального матеріалу з фізики від рівня розвитку їхнього формального мислення // Вісник Чернігівського державного університету імені Т.Г. Шевченка.

Випуск 13. Серія: пед. науки: Збірник. У 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ. – 2002. – №13. –Т.2. – С. 167-172.

2. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Освіта України. – №5. – 20.01.2004. – С. 1-13.

3. Єфанов М.М. Гуманізація від слова гумус? // Матеріали всеукраїнської конференції "Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах України". – К.: Київський національний ун-т імені Тараса Шевченка. – 1999. – С. 16-17.

4. Мартинюк М.Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т. – К., 1999. – 34 с.

5. Минаев Ю.П., Тихонская Н.И. Проблемы разработки таксономии требований к абитуриенту физического факультета университета // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільского ун-ту: Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільский: К-ПДУ. – 2003. – Вип. 9. – С.108-110.

6. Мінаєв Ю.П. Про втілення принципу інтеграції в освітні стандарти профільної школи // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 3. Серія: пед. науки: Збірник. – Чернігів: ЧДПУ. – 2000. – №3. – С. 88-92.

7. Мінаєв Ю.П. Технологія розвитку критичного мислення при навчанні природничо-математичних дисциплін // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Випуск 32. – Частина 2. – Херсон: Видавництво ХДПУ. – 2002. – С. 85-90.

8. Швець О., Бойко Л. Міжпредметні зв'язки математики і фізики: стан, проблеми, перспективи // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – №6. – С. 21-25.

9. Эрдниев П.М., Эрдниев Б.П. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1986. – 255 с.

КОНЦЕПЦІЯ ПІДГОТОВЧИХ ВПРАВ У ЗАСТОСУВАННІ ДО ТЕХНОЛОГІЗАЦІЇ ФОРМУВАННЯ ВМІННЯ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ФІЗИЧНІ ЗАДАЧІ[8]

Ю.П. Мінаєв

В історії методики фізики були часи, коли застосування задач у навчальному процесі не вважалося обов'язковим. У дисертаційному дослідженні А.К. Волошиної був проведений історико-методичний аналіз розвитку технології розв'язування фізичних задач у середній загальноосвітній школі. Автор цього дослідження відстежила час появи різних методичних функцій задач. З дванадцяти виділених методичних функцій поява п'ятьох була віднесена до перших трьох періодів розвитку методики фізики, коли застосування задач вважалося необов'язковим (ці періоди тривали від першої половини XVIII ст. до 20-х років XX ст.). Розв'язування задач стає методом навчання фізики, а формування вміння розв'язувати фізичні задачі — метою навчання учнів середньої школи лише у роки п'ятого періоду (кінець 50-х років — кінець 80-х років XX ст.). В останній (шостий) період, який триває до теперішнього часу і характеризується інноваційними процесами в дидактиці фізики, фізичні задачі визнаються як інструмент пізнання, розвитку фізичного мислення та творчих здібностей, а також навіть як елемент культури [1, с. 7].

Може виникнути питання: поява чергової методичної функції фізичних задач фіксується як поява в науково-методичній літературі відповідної *ідеї щодо* дидактичних *можливостей* задач чи як констатація *факту масового використання у педагогічній практиці* цієї нової методичної функції? На жаль, це питання риторичне. Практика проведення

---

[8] ***Стаття опублікована в журналі «Фізика та астрономія в школі»*** (2004. — №2. — С. 25-30) під назвою "Технологізація процесу формування вміння розв'язувати фізичні задачі".

фізичних олімпіад, контрольних робіт з фізики на конкурсах-захистах науково-дослідних робіт учнів-членів Малої академії наук, а також вступних іспитів на фізичні факультети університетів показує, що рівень сформованості вміння розв'язувати фізичні задачі залишає бажати кращого навіть у багатьох з учасників і таких випробувань, які збирають, прямо кажучи, не гірших учнів і випускників сучасної середньої школи.

Що ж заважає у повному обсязі використовувати неабиякий дидактичний потенціал фізичних задач? Розглянемо це питання лише з боку розробленості дидактичних засобів для технологізації процесу формування узагальненого вміння їх розв'язувати.

Процес розв'язування фізичної задачі містить, як відомо, чотири необхідні етапи: 1) з'ясування (осмислення) умови; 2) фізичний аналіз і складання плану розв'язування; 3) реалізація плану; 4) перевірка і дослідження відповіді [5, с. 268]. Автори посібника для майбутніх учителів фізики, на який ми посилаємося, в кожному з цих етапів виділяють ще від трьох до шести операцій, про які теж важко сказати, що вони елементарні. Таким чином, уміння розв'язувати фізичні задачі виявляється досить складним, багатокомпонентним. Воно передбачає засвоєння великої кількості операцій і часткових умінь, як це підкреслюють і автори іншого посібника для вчителів [6, с. 82].

Як організувати засвоєння учнями цієї великої кількості операцій і часткових умінь? Учителю рекомендують визначити послідовність розв'язування задач з конкретної теми, щоб у процесі розв'язування перших задач відпрацьовувалися конкретні операції, а потім здійснювалося їх згортання в узагальнені дії [6, с. 87]. Дати таку рекомендацію набагато простіше, ніж нею скористатися. Вправи, на яких можна було б відпрацьовувати окремі операції, практично відсутні у сучасних

збірниках. Де ж їх взяти вчителю? Складати самому? Досвід показує, що подібна робота забирає багато часу і вимагає досить високої кваліфікації, тому її не можна перекладати на плечі вчителів. Цим мають цілеспрямовано зайнятися, в першу чергу, вчені-методисти. А вчителів-практиків, які готові поділитися своїми здобутками у складанні таких підготовчих вправ, треба заохочувати робити це на сторінках педагогічної преси.

Ми не випадково перейшли від словосполучення *"фізична задача"* до словосполучення *"підготовча вправа"*. Свого часу нами була написана стаття, в якій обґрунтовувалася необхідність складання і використовування підготовчих вправ для формування в учнів середньої школи вмінь, необхідних для виконання експериментальних робіт з фізики [2]. Психолого-педагогічну частину цього обґрунтування можна повністю перенести на випадок формування вміння розв'язувати фізичні задачі. Тому можна говорити про загальну концепцію підготовчих вправ для формування складних умінь при навчанні фізики. У випадку експериментальних робіт ми пропонували розрізняти підготовчі вправи для формування окремих навичок і "повноцінні" експериментальні завдання з фізики, які не можна успішно виконувати, якщо *попередньо* не сформовані на належному рівні *елементарні* вміння. Так само треба виокремити підготовчі вправи для відпрацювання навичок, необхідних для успішного розв'язування "повноцінних" теоретичних задач.

І виконання лабораторних робіт, і розв'язування задач за традицією були в першу чергу *ілюстрацією* теоретичної частини курсу. Вони і досі жорстко з нею пов'язані. Практично всі збірники задач побудовані за розділами курсу фізики. У більшості посібників з методики розв'язування фізичних задач така структура: невеличкий розділ, де викладаються загальні питання, а потім все йде у відповідності до розділів курсу фізики. Прихильники алгоритмічного підходу до розв'язування

фізичних задач теж намагаються створити алгоритми за кожним розділом курсу фізики [6, с. 89-92]. На загальному фоні виділяється посібник А.І. Шапіро і В.А. Бодика [7], в якому розглянуто понад 20 різних методів розв'язування фізичних задач, які не пов'язуються жорстко з послідовністю тем шкільної програми. Автори мали на меті систематизувати саме методи, показати їхні переваги, укріпити їхнє "громадянство". Вони вважають, що широта поглядів на запропоновану задачу, вміння пов'язати її з законами природи і з іншими суміжними задачами повинні бути рішуче протиставлені одноманітному ремісничому підходу — пошуку потрібної формули, що містить набір заданих величин. На думку авторів, для розвитку фізичного мислення важливим є вміння розв'язувати одну й ту саму задачу різними методами, а також досліджувати розв'язки задачі [7, с. 3].

Поділяючи позицію щодо необхідності знайомити учнів з оригінальними методами розв'язування фізичних задач, маємо зазначити, що це можна результативно робити лише на підґрунті відпрацьованих елементарних навичок. Гальмуючись на *технічних* деталях, важко побачити красиву ідею. З психології відомо, що при обмірковуванні якогось питання в оперативній пам'яті людини може знаходитися суворо обмежена кількість елементів (біля 7-9 одиниць). Якщо для розв'язування проблеми потрібно утримувати в оперативній пам'яті більшу кількість елементів, то процес розмірковування розвалюється і не дає результату. Таким чином, щоб мати можливість думати над складними речами, треба спочатку добре розібратися з простими і потім "згорнути" отримані знання і вміння, що стосуються цих простих речей, до невеликої кількості усвідомлених ідей і практично автоматизованих навичок. Спроба "розгорнути" окремий елемент під час розмірковування над складною задачею руйнує розумовий процес. Після того, як задача вже буде розв'язана, можна

“розгорнути” і окремі елементи, якщо в цьому буде потреба.

Тут ми підійшли до питання про те, наскільки розгорнутими повинні бути розв’язки задач, які наводять учні у своїх письмових роботах. Якщо звернутися до посібника [6, с. 89-91], то там можна знайти алгоритми розв’язування задач з окремих тем. Так, алгоритм розв’язування задач з кінематики містить 10 кроків, з динаміки — 14, на закон збереження імпульсу — 12. Скільки ж місця мають займати розв’язки задач? Автори згаданого посібника розглянули приклад розв’язку наступної задачі: “Тіло кинули вертикально вгору з початковою швидкістю 20 м/с. Визначіть максимальну висоту підйому та час польоту.” Розв’язок цієї задачі займає в них майже дві сторінки друкованого тексту [6, с. 104-105]. Скільки ж місця повинні займати розв’язки задач, які пропонують учням на фізичних олімпіадах? Чи може там не вимагають таких розгорнутих пояснень? Якщо не вимагають, то які елементи розв’язку вважати такими, що обов’язково повинні знайти відбиток у письмовій роботі? Відповідь на останнє питання, напевно, повинна залежати від тих завдань, які ставлять перед собою педагоги, пропонуючи учням виконати ту чи іншу письмову роботу. А як дізнатися учням про ті завдання, які перед собою ставлять дорослі? Наведемо конкретні приклади.

Чи може збагнути учасник IV етапу Всеукраїнської олімпіади, що він недорахується балів на правильно розв’язаній задачі за те, що не перевірив “правильність розв’язку в загальному вигляді шляхом операцій з найменуваннями одиниць величин, що входять до формули” [6, с. 90], а точніше, не став фіксувати ці операції на папері? Наші спеціальні дослідження показали, що переможці IV етапу виконують без проблем подібні операції усно у випадках набагато складніших порівняно з тими, які розглянуті у згаданому посібнику. Більш того, вони добре знають, що перевірка кінцевої формули на розмірність не гарантує правильності розв’язку, тому тестують

отриману відповідь й іншими способами, про які автори [6] і не згадують. Але залишати записи про проведене тестування в олімпіадній роботі такі учні вважають недоречним. З іншого боку, знаходяться члени журі навіть IV етапу, які наполягають на зниженні оцінки тільки на тій підставі, що вони самі завжди вимагають від своїх учнів обов'язково записувати операції з найменуваннями в кінці розв'язку задачі.

Був випадок на II етапі олімпіади, коли один з членів журі вимагав зняти бали за те, що учень не записав рівняння руху тіла у векторній формі, а відразу записав у проекціях на осі.

А скільки сперечань відносно необхідності рисунків! Якщо ж, наприклад, попросити переможця IV етапу фізичної олімпіади, який навчається хоча б у дев'ятому класі, розв'язати задачу про прискорення тіла, яке зісковзує з похилої площини, то є ризик наштовхнутися на здивований погляд: за кого Ви мене маєте? А якщо наполягати, то Вам одразу запишуть готову відповідь, не вдаючись до побудови рисунка з розстановкою векторів діючих сил, написання рівняння руху спочатку в векторній формі, а потім у проекціях і далі за алгоритмом...

А як пояснити учню, на якій підставі йому взагалі не зарахували красивий графічний розв'язок кінематичної задачі, якщо реальною підставою була така: член журі, який перевіряв роботу, отримав від експерта-консультанта олімпіади аналітичний розв'язок цієї задачі і не зміг співставити його з тим, який запропонував учасник олімпіади? Потім той член журі, пояснюючи свої дії, наполягав на тому, що на початку дев'ятого класу (то був II етап) учні не вміють будувати квадратичні параболи, натякаючи на те, що учню хтось допоміг під час олімпіади.

Подібних прикладів можна було б наводити ще багато. Але цікавим є те, що ті самі члени журі, які наполягають на тому, щоб зняти бали за те, що деякі етапи розв'язку залишилися незафіксованими на папері, закликають не ставити "нулів" за

фактично нерозв'язані задачі, якщо учасник олімпіади зробив скорочений запис умови або записав декілька формул з того розділу фізики, якого стосується умова задачі.

Наша позиція щодо цього питання полягає в тому, що "умови гри" повинні бути відомі учасникам до її початку. Якщо подивитися на розв'язки задач, які опубліковані в посібниках та науково-методичних статтях, то побачимо, що в них відбиті далеко не всі етапи розв'язування. Може, треба зробити зауваження авторам, які не пишуть, наприклад, як вони робили операції з найменуваннями? А що робити з тими, хто не написав докладно, як він розв'язував отриману систему рівнянь, одразу навівши кінцеву формулу, а потім ще і не став її досліджувати на окремі та граничні випадки? Подібні питання виглядають безглуздими, бо всім зрозуміло, що автор розв'язку докладно розписує той етап процесу розв'язування задачі, на який хоче звернути увагу читача, а інші взагалі може випустити, щоб не заважали сприйняттю головної думки.

Тут можуть бути заперечення. Контрольна або олімпіадна робота, мовляв, далеко не те саме, що стаття або посібник: текстом статті або посібника автор має на меті чогось навчити потенційного читача, а у контрольній або олімпіадній роботі учень звітує про те, чого він сам навчився. По-перше, що стосується олімпіадних робіт, то тут іноді й членам журі є чого повчитися, коли вони стикаються з оригінальними і красивими розв'язками задач, які створили (саме *створили*!) учні. А по-друге, щоб звітувати, треба чітко знати, про які здобутки хочуть дізнатися члени журі на олімпіаді або ті, хто буде перевіряти контрольну роботу. Що буде цінитися вище: оригінальність розв'язку чи наявність рисунка, який конкретному учню може і не потрібен для розв'язування, бо у нього достатньо розвинута уява? І що краще: взагалі нічого не писати з приводу задачі, яку не зміг розв'язати, бо у системі рівнянь, яку складаєш, бракує ще одного рівняння і поки що не знаєш, звідки його взяти, чи

зробити короткий запис умови і рисунок та записати всі рівняння, що вже отримав? Кожен “олімпієць” твердо знає, що на останнє питання відповідь позитивна, бо у першому варіанті абсолютно точно отримаєш “нуль” за цю задачу, а другий варіант може принести кілька балів, які й будуть вирішальними для перемоги. Чи не виховуються такими правилами гри “переможці”, які не можуть довести до кінця жодної серйозної справи? Правильніше, на нашу думку, було б більш чітко визначити, що саме підлягає перевірці, та як вона буде здійснюватися. І якщо треба перевірити сформованість окремих навичок, то доцільніше це робити за допомогою спеціально сконструйованих вправ, а не “повноцінних” фізичних задач. Якщо ж перевіряється узагальнене вміння розв’язувати більш-менш стандартні задачі, то має сенс давати їх у достатньо великій кількості та при перевірці орієнтуватися на отримання правильної відповіді, а не на розгорнутість пояснень виконання кожного етапу процесу розв’язування. Перевірка творчих здібностей вимагає створення нових оригінальних задач.

Займаючись технологізацією процесу формування вміння розв’язувати фізичні задачі, треба забезпечити можливість *поопераційного* контролю. У зв’язку з цим ми і пропонуємо розробляти спеціальні вправи, які можна використовувати і для відпрацювання навичок, необхідних для успішного розв’язування фізичних задач, і для контролю за рівнем їх сформованості. Поступово треба зменшувати час на виконання вправ певного типу і переходити від розгорнутого письмового виконання до усного, з фіксацією на папері лише кінцевої відповіді.

Прикметник “підготовча” до дидактичного терміна “вправа” ми використовуємо, щоб підкреслити, що дидактичною метою є формування узагальненого уміння розв’язувати фізичні задачі, а підготовчі вправи — лише “сходинки”, на яких засвоюються ті знання, часткові уміння і навички без яких не можна відразу

“застрибнути” на рівень узагальненого вміння, про яке йдеться.

Кількість типів підготовчих вправ, які будуть використовуватися в конкретному випадку, суттєво залежатиме від загальної підготовки учнів і тих завдань, що стоять перед педагогами. Так, коли нам необхідно було готувати учнів до олімпіад та вступних іспитів до МФТІ, виникла потреба у вправах, на яких відпрацьовувалися прийоми самоконтролю та навички пошуку ключових слів в умовах фізичних задач. Звертати особливу увагу на розв’язування систем рівнянь та підстановку числових значень фізичних величин у кінцеву формулу не було потреби. Коли ж необхідно було готувати *всіх* учнів навіть фізико-математичного класу до підсумкової державної атестації, потрібними стали й інші типи вправ, які орієнтовані на відпрацювання досить примітивних навичок. Якщо такі вправи запропонувати учням, які “професійно” займаються олімпіадами, то вони можуть навіть образитися. З іншого боку, ці прості вправи дозволяють залучити до роботи інших учнів, які крок за кроком, сходинка за сходинкою підходять до повноцінних фізичних задач.

Методика навчання розв’язування фізичних задач, яка не передбачає застосування підготовчих вправ, виявилася малорезультативною, бо більшість учнів не в змозі опанувати таку складну діяльність без попереднього відпрацювання окремих операцій.

Зараз існує можливість проведення державної підсумкової атестації за курс фізики середньої школи у письмовій формі. Учням пропонується за 2,5 години виконати 17 завдань із заздалегідь відомого збірника [3], причому в 15 завданнях треба лише вибрати правильну відповідь, не пояснюючи в письмовій формі свій вибір, і тільки розв’язки двох задач *високого* рівня треба записати за традиційною схемою. Здавалося б, що це дуже зручна форма і для учнів, і для учителів. Але нею у багатьох школах не поспішають скористатися, віддаючи перевагу

традиційному екзамену з двома теоретичними питаннями і однією задачею або лабораторною роботою в білеті.

На нашу думку, така ситуація пояснюється тим, що більшості вчителів легше примусити своїх учнів завчити напам'ять відповіді на теоретичні питання білетів і розв'язки досить обмеженої кількості задач аніж сформувати в них узагальнене вміння розв'язувати фізичні задачі. А без такого вміння впоратися з 17 завданнями, які охоплюють 16 розділів шкільного курсу, за 2,5 години дуже проблематично. З іншого боку, тим випускникам середньої школи, у кого узагальнене вміння розв'язувати фізичні задачі сформовано, на таку роботу достатньо і півтори години, бо більшість із запропонованих завдань вони виконують практично усно.

Тут ми ще раз підкреслюємо думку, яка добре відома з педагогічної психології, але не набула належного поширення серед вчителів фізики. Мова йде про необхідність поступового згортання розумової дії для включення її у більш складну розумову дію.

Якщо таке згортання не відбувається, то учні ніколи не навчаться складних видів діяльності, до яких, безперечно, відноситься розв'язування повноцінних фізичних задач. На жаль, у багатьох випускників сучасної середньої школи після занять з розв'язування задач залишаються лише "знання" про те, що треба записати в стовпчик скорочено умову задачі, перевівши числові значення фізичних величин у СІ. Про те, що переводити в СІ не завжди потрібно, такі випускники, як показує досвід, не знають, та і сформованих навичок виконання навіть цієї примітивної операції вони не мають.

У читача може виникнути питання: що це за "повноцінні" фізичні задачі? Бувають і "неповноцінні"? Коли ми використовуємо прикметник "повноцінна", насправді маємо на увазі задачі подібні до тих, які автори "Збірника різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики" [3]

віднесли до високого рівня. Чому ж ми не скористаємося тією ж термінологією?

За нашими спостереженнями, назва рівня досягнень “високий”, який іде після “достатнього”, асоціюється у багатьох учителів і учнів сучасної середньої школи зі словами “недосяжний”, “для обдарованих”. Якщо ж подивитися на задачі цього рівня, то вони не складніше за ті, що традиційно пропонуються на вступних іспитах у вищі навчальні заклади. З іншого боку, “достатній” рівень виявляється *недостатнім* для продовження освіти у ВНЗ, де за навчальним планом є фізика. Тут треба уточнити. В останньому реченні мова йде не про достаточність для успішного складання вступних іспитів, а про успішне подальше навчання. Справа у тому, що частина ВНЗ взагалі не проводить вступних іспитів з фізики, не дивлячись на те, що студенти цього закладу (або факультету) мають вивчати цю дисципліну за навчальним планом, більш того, вона повинна стати підґрунтям їхньої фахової підготовки. А ті заклади, які залишили фізику на вступних іспитах, зараз часто-густо вимушені опускати планку рівня завдань, які вони пропонують своїм абітурієнтам, щоб не залишитися взагалі без студентів. У результаті — студенти є у наявності, але вчитися вони не можуть.

Повертаючись до “повноцінних” задач (або, за іншою термінологією, задач високого рівня), треба зазначити, що саме для таких задач і потрібна *технологія* формування вміння їх розв’язувати. Про них не можна сказати, що вони потребують від учнів якоїсь особливої обдарованості. Але вони вимагають спеціальної підготовки. Щоб їх розв’язувати, недостатньо вивчати напам’ять теоретичний матеріал.

Між задачами “достатнього” і “високого” рівнів існує досить помітний потенційний бар’єр. Допомогти учням подолати його мають учителі, озброєні відповідною технологією. Задачі “високого” рівня ми назвали

“повноцінними” тому, що вони дійсно вимагають виконання практично в повному обсязі тих етапів розв’язування, про які йшлося на початку статті з посиланням на методичні посібники. У тих посібниках було багато правильних загальних слів, але коли справа доходила до застосування їх до конкретних прикладів, останні явно не дотягували до “високого” рівня. А в тих посібниках, де наводять розв’язки задач “високого” рівня, майже відсутнє *методичне* підкріплення у тому розумінні, що кроки розв’язання конкретної задачі не пояснюються з точки зору загальної методики розв’язування фізичних задач. Такий стан справ приводить до того, що багато учителів, які вміють розв’язувати задачі “високого” рівня, дуже скептично ставляться до методики як науки, бо вона їм не допомогла навчитися розв’язувати задачі. Вони навчилися це робити самотужки, наполегливо вивчаючи опубліковані розв’язки складних задач, або їм допомогли талановиті вчителі, які свого часу теж пройшли подібним шляхом.

З’являється природне питання: а чи можна поєднати текст розв’язку задачі “високого” рівня з докладними методичними вказівками до нього? Формально-то можна. Але чи є в цьому сенс? Для більшості читачів такий текст буде нудним. Щоправда, з різних причин. Для тих, хто в основному вміє розв’язувати повноцінні фізичні задачі, важко буде у великому за обсягом тексті знайти дійсно цікавий для себе елемент, на який треба звернути увагу. А для тих, хто ніколи самостійно не розв’язував задачі такого рівня, в цьому тексті буде багато нового, що не можливо усвідомити відразу. І лише тим читачам він можливо стане корисним, хто буде готовий наполегливо, неодноразово його перечитувати. А таких не дуже багато серед учнів середньої школи. Може, хай учителі почитають, а потім учням перекажуть? На це теж сподіватися не треба, бо до тексту хоч можна повернутися стільки разів, скільки кому потрібно, а з розповіддю вчителя так не вийде.

Де ж вихід? Може, треба добре навчитися виконувати завдання початкового рівня, потім середнього і достатнього, а тільки потім братися за високий? Може, вони і будуть тими сходинками, про які йшлося, і не треба нічого видумувати?

Завдання початкового, середнього і достатнього рівнів дійсно можуть безпосередньо, або з нескладними переробками використовуватися як деяки види підготовчих вправ під час формування вміння розв'язувати задачі *високого* рівня. Але для цього і в учителів, і в учнів має бути чітка установка на те, що виконання цих завдань є підготовчим етапом, після якого вони будуть мати справу з "повноцінними", за нашою термінологією, задачами. Відповідно, за мету має бути такий стан підготовки, за якого завдання цих рівнів виконуються практично усно. Формуванню такої установки відверто протистоїть назва одного з підготовчих рівнів, який назвали *достатнім*. Для чого або для кого він достатній? Для переходу на *високий* рівень він не є достатнім, бо для цього потрібні додаткові уміння і навички, які треба відпрацьовувати на вправах принципово іншого типу. Може, він достатній для тих, для кого фізична освіта закінчується в середній школі? У такому випадку, в завданнях перших рівнів забагато того, що ніколи не знадобиться таким людям у житті, а якщо випадково і стане у нагоді, то на той момент у них мало що залишиться від шкільних занять з фізики, де розв'язувалися задачі, які віднесені до достатнього рівня. Навчання, яке зупинилося на такому "достатньому" рівні, не може вважатися *завершеним*. А як свідчать спеціальні дослідження [4, с. 325], знання, уміння і навичкі, отриманні за такого *незавершеного* навчання, неминуче йдуть до розпаду.

Треба зазначити, що формуванню установки на усне виконання завдань перших рівнів має сприяти, з одного боку, відсутність вимоги розписувати розв'язки простих задач, а з іншого боку, велика кількість завдань, яку треба виконати за 2,5 години, що триває екзамен. Повинна підштовхувати до усного

розв'язування розрахункових задач *достатнього* рівня і обрана авторами [3] форма наведених для вибору відповідей до тестових завдань, коли пропонуються не варіанти конкретних значень шуканої величини, а інтервали, в одному з яких міститься правильна відповідь. За такого підходу усні оціночні підрахунки можуть виконуватися навіть швидше, ніж "точні" з використанням калькулятора, якщо, звичайно, сформовані відповідні навички. А користь таких навичок для всього подальшого життя відома.

Це позитивне, на наш погляд, спрямування авторів [3] може бути зведене нанівець через використання їхнього збірника безпосередньо на екзаменах. Досвід показує, що бувають випадки, коли учні приходять на екзамен з маленькими папірцями, на яких виписані літери правильних відповідей усіх завдань перших трьох рівнів. І цього виявляється достаньо, щоб отримати оцінку *достатнього* рівня. Може, саме тут криється прихований зміст назви одного з рівнів навчальних досягнень? Як на нашу думку, то правильніше було б скористатися досвідом тестування двадцятирічної давності. Завдання (тексти, а не номери!) у роздрукованому вигляді передаються у школи безпосередньо перед екзаменом. Самі завдання беруться з того ж збірника, але номери за збірником не вказуються, та і порядок відповідей у тестах нескладно змінити.

Ми мали нагоду випробувати подібний варіант іспиту під час атестації, яка проводилась у Запорізькому державному університеті в 2003 році для учнів випускних класів середніх шкіл. Ніяких скарг на необ'єктивність ми не отримали, хоча результати були помітно нижчими за ті, які бувають, коли іспити проводять безпосередньо з використанням збірників. Звичайно, цей підхід вимагає додаткових витрат на роздруковку текстів, але державна атестація, як нам здається, не повинна перетворюватись у фарс.

Якщо проводити державну атестацію з фізики за

завданнями збірника [3], але з урахуванням наведених нами процедурних зауважень, то, як ми вважаємо, всіх, хто отримав оцінку *високого* рівня (10-12 балів) можна зараховувати на перший курс ВНЗ, де передбачений вступний іспит з фізики. Зараз ми не обговорюємо технічних питань такого зарахування. Мова йде лише про те, що *високий* рівень, продемонстрований під час таким чином організованої державної атестації, був би цілком *достатнім* для успішного продовження фізичної освіти у найвимогливішому до своїх абітурієнтів вищому навчальному закладі України.

Чому ж ми так довго зупиняємося на питанні державної підсумкової атестації з фізики за курс середньої школи і на вимогах до абітурієнтів ВНЗ?

Справа в тому, що технологізація процесу навчання передбачає чітке визначення цілей, причому не на рівні загальних декларацій, а у вигляді навчальних завдань, які мають навчитися виконувати учні. І у цьому розумінні, завдання, розроблені авторами [3], ми вважаємо такими, що на теперішній час можуть розглядатися як конкретизація цілей навчання фізики у середній школі, принаймні, для тих учнів, які будуть продовжувати фізичну освіту. А ті, хто не буде, можуть вибрати для складання випускних іспитів інший навчальний предмет.

Визнання таких конкретизованих цілей ставило б у практичну площину розробку інших складових технології, зокрема, підготовчих вправ для формування вміння розв’язувати “повноцінні” фізичні задачі.

Для того, щоб бути готовим на *високому* рівні скласти іспит за завданнями збірника [3], недостатньо вивчити напам’ять теоретичний матеріал і послідовність кроків алгоритмів розв’язування фізичних задач, які пропонуються в деяких методичних посібниках. Треба перейти на *якісно* інший рівень. Для цього і потрібна технологія, яка *якісно* відрізняється від традиційної методики навчання учнів розв’язування фізичних

задач. А для її розробки, у свою чергу, є потреба у новій ідеї, новій концепції. У цій статті обґрунтовувалася концепція підготовчих вправ, яка є результатом роботи автора як науковця-дослідника в галузі дидактики фізики і як учителя-практика з багаторічним стажем. Докладний опис окремих типів вправ, про які йшлося, залишився поза рамками цієї публікації. Деякі типи наводилися в інших наших статтях, які опубліковані переважно в збірниках наукових праць.

Якщо редакція і читачі викажуть зацікавленість у детальному знайомстві з дидактичними матеріалами, які нами розробляються, то автор цієї статті разом з колективом молодих науковців і вчителів підготує їх для публікації у журналі “Фізика та астрономія в школі”.

Літернатура:

1. Волошина А.К. Історико-методичний аналіз розвитку технології розв’язування фізичних задач у середній загальноосвітній школі: Автореф. дис. ... канд. пед. наук.—К., 2001.—18 с.

2. Данилова Т., Мінаєв Ю. Нетрадиційний підхід до формування в учнів середньої школи вмінь, необхідних для виконання експериментальних робіт з фізики // Педагогічні науки. Збірник наукових праць. Випуск 15. Ч.II—Херсон: Айлант, 2000.—С. 88—95.

3. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики / За редакцією І.М. Гельфгата.—Харків: “Гімназія”, 2002.—104 с.

4. Педагогика: педагогические теории, системы, технологии: Учеб. пособие для студ. сред. пед. учеб. Заведений / Под ред. С.А. Смирнова.—М.: Академия, 1999.—554 с.

5. Розв’язування задач з фізики: Практикум / За заг. ред. Є.В. Коршака.—К.: Вища шк., 1986.—312 с.

6. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики.—М.: Просвещение, 1988.—112 с.

7. Шапиро А.И., Бодик В.А. Оригинальные методы решения физических задач: Пособ. для учителя. — К.: “Магістр — S”, 1996. — 159 с.

ГЛАВА 2

Ми вступаємо у прекрасний новий світ, у якому критичне мислення потрібніше, ніж будь-коли раніше
Дайана Халперн

ЗНАЙОМСТВО З РЯДОМ ТЕЙЛОРА І РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ[9]

О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв

1. Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями

Одне з найпростіших, але таких, що передають суть ідеї, означень критичного мислення можна знайти у книзі визнаного спеціаліста у галузі психології пізнання Д. Халперн: *критичне мислення* — це використання когнітивних технік або стратегій, які збільшують імовірність отримання бажаного кінцевого результату [1, с. 22]. При цьому підкреслюється, що навички, які використовуються, мають бути обґрунтованими та ефективними для конкретної ситуації і типу задачі, що розв'язується.

Зростання уваги до розвитку критичного мислення пов'язане зі стрімкими темпами ускладнення світу, в якому нам доводиться жити. Завчених алгоритмів дій катастрофічно не вистачає. Треба навчитися використовувати наявні знання для отримання нових, адекватних черговій проблемі, яку потрібно буде розв'язувати. Не випадковим є той факт, що останнім часом все більше уваги при реформуванні системи освіти

---

[9] ***Стаття опублікована у наукових записках Кіровоградського державного педагогічного університету*** (Наукові записки. – Випуск 60. Серія: Педагогічні науки. Частина 2. — Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. — 2005. — С.77-84.

приділяється набуванню учнями і студентами досвіду творчої діяльності та досвіду емоційно-ціннісного ставлення до дійсності.

Але зміст освіти має бути переглянутим і у тій частині, яка пов'язана з нагромадженням знань і придбанням досвіду репродуктивної діяльності. Треба виділити ті елементи для першочергового засвоєння, які нададуть учневі можливість якомога раніше прийняти на себе відповідальність за свою власну освіту, за свою індивідуальну освітню траєкторію.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковується розв'язання даної проблеми

Серед того масиву знань, що пропонується для засвоєння учням і студентам, особливе місце займають математичні знання, які дозволяють ефективніше просуватися у вивченні принаймні природничих і технічних дисциплін. Але до цього часу відсутні узгоджені програми навіть з таких, пов'язаних за змістом, шкільних предметів як фізика і математика [2]. Спеціальні дослідження доводять, що несвоєчасне засвоєння математичних понять, потрібних для нормального вивчення шкільного курсу фізики, призводить до того, що учні, які успішно виконують математичні вправи, виявляються нездатними до виконання аналогічних за своєю математичною суттю вправ з фізичним змістом [3]. Усвідомлення необхідності математичної підтримки курсу фізики [4] спонукає до створення відповідних посібників [5].

3. Виділення не вирішених раніше питань із загальної проблеми

Проблема математичної підтримки шкільного курсу фізики, особливо поглибленого, полягає не лише у надто пізньому знайомстві учнів з необхідним для вивчення фізики математичним матеріалом. Деякі важливі теми або взагалі не вивчаються, або їм не приділяється належної уваги. Серед таких тем — ряд Тейлора, зокрема його найпростіший випадок — ряд

Маклорена.

Як показав наш досвід, ознайомлення учнів дев'ятих-десятих класів фізико-математичних шкіл з цією темою не стикається з непереборними труднощами і дає суттєвий виграш в економії навчального часу за рахунок значного підвищення самостійності учнів у подальшому вивченні як фізики, так і математики. Основні ускладнення в роботі були пов'язані з відсутністю текстів з викладом відповідного матеріалу.

З іншого боку, як довели наші спеціальні перевірки, далеко не всі студенти навіть останнього курсу фізичного факультету університету володіють цим важливим математичним матеріалом.

На наш погляд, це відбувається тому, що на заняттях з математики цю тему проходять надто швидко, та й до того ж присвячуючи значну частину навчального часу математичним тонкощам, які все одно не усвідомлюються більшістю студентів, але так їх залякують, що вони потім виявляються нездатними отримати розвинення функцій у ряд Тейлора у найпримітивніших випадках, не кажучи вже про вільне використання цього ряду у фізичних задачах. З іншого боку, іноді у математичних додатках до посібників з фізики, які адресовані учням шкіл і вчителям, наводять наближені вирази для деяких функцій у вигляді одного-двух перших доданків ряду Маклорена, але без будь-яких пояснень [6, 7]. У результаті — навіть учасники учнівських олімпіад з фізики не завжди усвідомлюють походження формул, якими їм доводиться користуватися при розв'язуванні фізичних задач і перевірці відповідей на граничні випадки.

4. Формулювання цілей статті. Постановка завдання

У даній статті ми ставимо собі за мету викласти деякі методичні рекомендації щодо ознайомлення учнів старшої профільної школи (принаймні фізико-математичних класів) із рядом Тейлора. Доцільність такого ознайомлення не викликає у

нас жодних сумнівів, бо вона перевірена нами неодноразово в експериментальних класах.

Будуть розглянуті суто математичні, на перший погляд, питання вивчення ряду Маклорена: способи, що спрощують отримання розвинення функцій певних класів, зв'язки з геометричною прогресією, біномом Ньютона, інтегруванням тощо. Але загальна спрямованість методичних рекомендацій буде визначатися актуальним у наш час завданням формування і розвитку критичного мислення в учнів старшої профільної школи, а також напрямками використання ряду Маклорена під час поглибленого вивчення фізики.

5. Виклад основного матеріалу статті

Вивчення ряду Тейлора доцільно починати з обговорення ідеї та необхідності такої математичної "конструкції". Дійсно, іноді є необхідність знати наближене значення функції або її наближений вигляд в околі певного значення аргументу (x). У фізиці досить часто постає питання про вигляд функції біля нуля. Якщо цей наближений вираз шукають у вигляді такого нескінченого ряду:

$$y(x) = C_0 + C_1x + C_2x^2 + C_3x^3 + \ldots + C_nx^n + \ldots,$$

то це називають розвиненням функції у ряд Маклорена (найпростіший випадок ряду Тейлора). Для того, щоб записати цей ряд для конкретної функції необхідно знайти значення коефіцієнтів C_0, C_1, C_2, ... C_n.

Тут доцільно зупинитися і запропонувати учням отримати самостійно коефіцієнти розвинення для такої, наприклад, функції $y = (1 + x)^3$. Така наша пропозиція ґрунтується на сумному досвіді спілкування з багатьма старшокурсниками фізичного факультету, які відмовлялися виконувати це завдання, посилаючись на те, що ряд Маклорена вони вивчали дуже давно (аж на першому курсі!) і не пам'ятають загальну формулу для коефіцієнтів. Їм і на думку не приходить, що для виконання

цього завдання не має потреби пам'ятати формулу для коефіцієнтів ряду Маклорена. Достатньо знати, що розвинення у ряд Маклорена — це розвинення за невід'ємними цілими степенями аргументу. І тоді залишається лише згадати шкільну формулу $(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$, або навіть просто правильно розкрити дужки у виразі $(x+x)(x+x)(x+x)$.

Ще до отримання загальної формули для коефіцієнтів розвинення у ряд Маклорена треба обговорити з учнями геометричний зміст апроксимації функції поліномом, разом з учнями встановити, що поліном першого степеня $(C_0 + C_1 x)$ — це вираз для дотичної до графіка вихідної функції у точці з $x = 0$. Після цього стає зрозумілим, що $C_0 = y(0)$, а $C_1 = y'(0)$.

Тепер можна запропонувати знайти закономірність у виразах для похідних:

$$y'(x) = C_1 + 2C_2 x + 3C_3 x^2 + \ldots + nC_n x^{n-1} + \ldots;$$

$$y''(x) = 2C_2 + 3 \cdot 2C_3 x + \ldots + n(n-1)C_n x^{n-2} + \ldots .$$

Після отримання виразу для похідної *n*-го порядку:

$$y^{(n)}(x) = n(n-1)(n-2)\cdot\ldots\cdot 3 \cdot 2C_n + (n+1)n(n-1)\cdot\ldots\cdot 3 \cdot 2C_{n+1}x + \ldots$$

доцільно запитати учнів: "А чи не можна тепер записати кінцеву формулу для ряду Маклорена?"

Дійсно, залишилося лише покласти $x = 0$, і тоді отримаємо, що: $y^{(n)}(0) = n!C_n$.

Отже, ряд Маклорена матиме вигляд:

$$y(x) = y(0) + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{y^{(n)}(0)}{n!} x^n .$$

Використовуючи цю формулу, можна досить легко, практично усно, отримати розвинення таких важливих функцій:

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots;$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots;$$

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots.$$

Тут знову має сенс дати учням можливість проявити свою кмітливість. Хай самостійно отримають розвинення у ряд Маклорена таких, наприклад, функцій: $x^2 \sin x$; e^{-x^2}, 2^x. Чи потрібно у цьому завданні робити обчислення, користуючись загальною формулою для коефіцієнтів розвинення?!

Критичне мислення, до якого ми прагнемо, формується саме у таких ситуаціях, коли врахування особливостей конкретного завдання, дозволяє знайти коротший шлях до бажаного результату.

Дійсно, у запропонованих прикладах можна безпосередньо скористатися щойно отриманими розвиненнями функцій $\sin x$, e^x:

$$x^2 \sin x = x^2\left(x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots\right) = x^3 - \frac{x^5}{3!} + \frac{x^7}{5!} - \dots;$$

$$e^{-x^2} = 1 + \left(-x^2\right) + \frac{\left(-x^2\right)^2}{2!} + \frac{\left(-x^2\right)^3}{3!} + \dots = 1 - x^2 + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \dots;$$

$$2^x = e^{x\ln 2} = 1 + x\ln 2 + \frac{(x\ln 2)^2}{2!} + \dots.$$

Не треба поспішати скористатися загальною формулою і у деяких інших випадках. Розглянемо функцію $y = \frac{1}{1-x}$. Звичайно, знайшовши похідні, можемо записати:

$$y = \frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + x^3 + \dots + x^n + \dots.$$

Але значно швидше можна отримати наведене розвинення, згадавши про суму нескінченної спадної геометричної прогресії, модуль знаменника якої менше за одиницю $\left(S = \frac{b_1}{1-q},\ |q| < 1 \right)$. Якщо $b_1 = 1$, а $q = x$, то $S = \frac{1}{1-x}$. Отже,

$$\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + \ldots$$

Має сенс запропонувати учням довести правильність відповіді, не спираючись безпосередньо на формулу для суми прогресії. Один з можливих варіантів доведення такий:

$$S = 1 + x + x^2 + \ldots = 1 + x(1 + x + x^2 + \ldots);$$

$$S = 1 + xS.$$

Із цього рівняння отримуємо: $S = \frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + \ldots.$

Розглянемо випадки, коли нам допоможе інтегрування. Нехай необхідно знайти розвинення функції $y = \operatorname{arctg} x$. Ми знаємо похідну від цієї функції: $(\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}$. Розвинемо її у ряд Маклорена: $\frac{1}{1+x^2} = 1 - x^2 + x^4 - x^6 + \ldots.$ Тут ми скористалися щойно отриманою формулою, замінивши x на $-x^2$ (тобто b_1 у відповідній геометричній прогресії, як і у попередньому випадку, буде дорівнювати одиниці, але $q = -x^2$). Тепер проінтегруємо це рівняння: $\operatorname{arctg} x = Const + x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \ldots$. Знайти значення сталої можна з тих міркувань, що $\operatorname{arctg} 0 = 0$. Отже, отримуємо ряд Маклорена для функції $y = \operatorname{arctg} x$ у вигляді:

$$\operatorname{arctg} x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \ldots .$$

Той самий прийом можна використати для знаходження розвинення функції $y = \ln(1+x)$.

$$\ln(1+x)' = \frac{1}{1+x} = 1 - x + x^2 - x^3 + \ldots;$$

$$\ln(1+x) = Const + x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \ldots .$$

Як і у попередньому випадку $Const = 0$. Отже,

$$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \ldots .$$

Іноді для практичних цілей достатньо знати лише перші доданки ряду. Для функції $y = (1+x)^m$ можна їх отримати, скориставшись загальною формулою, але є інший шлях.

Зрозуміло, що ряд, про який ідеться, буде мати однаковий вигляд для будь-яких *m*. Але для натуральних *m* перші доданки отримати легко, бо для добутку $\underbrace{1+x \quad 1+x \quad 1+x \quad \ldots \quad 1+x}_{m \text{ разів}}$ коефіцієнти при перших степенях *x* без проблем знаходяться із комбінаторних міркувань (...скількома способами можна...):

$$(1+x)^m = 1 + mx + \frac{m(m-1)}{2!}x^2 + \ldots .$$

Доречно тут згадати і про біном Ньютона, і про трикутник Паскаля.

Якщо ж *m* не є натуральним числом, то це не робить наведену формулу невірною. Отже, перші доданки розвинення для функції, наприклад, $y = \sqrt{1+x}$ легко отримати, поклавши

$$m = \frac{1}{2}:\ \sqrt{1+x} = 1 + \frac{x}{2} - \frac{x^2}{8} + \ldots .$$

А як швидко знайти хоча б перші доданки розвинення у ряд Маклорена для функції $y = \arcsin x$?

Якщо відома похідна від цієї функції, то можна розмірковувати наступним чином:

$$\arcsin x\ ' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}} = \ 1+\ -x^2\ \ ^{-\frac{1}{2}} = 1 + \frac{x^2}{2} + \frac{3x^2}{8} + \ldots .$$

У цьому випадку $m = -\frac{1}{2}$, а x було замінено на $–x^2$. Скориставшись інтегруванням, отримуємо:

$$\arcsin x = Const + x + \frac{x^3}{6} + \frac{3x^5}{40} + \ldots .$$

Враховуючи, що $\arcsin 0 = 0$, остаточна відповідь така:

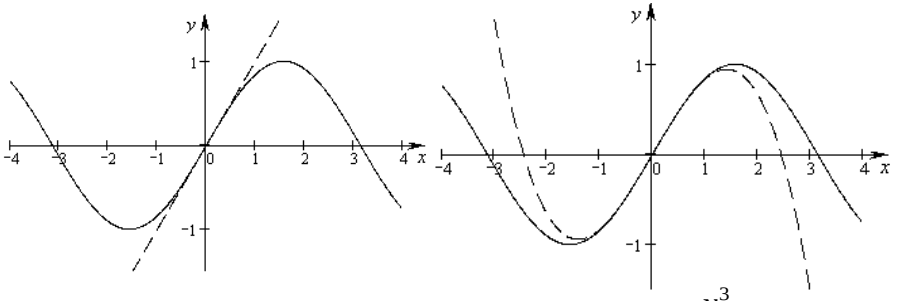
$$\arcsin x = x + \frac{x^3}{6} + \frac{3x^5}{40} + \ldots .$$

Нагадаємо ще раз, що ознайомлення учнів з рядом Маклорена треба проводити так, щоб вони не боялися забути якусь формулу, не боялися імпровізувати. Для цього корисно оголошувати невеличкі конкурси на кращий спосіб отримання декількох перших ненульових доданків апроксимуючого поліному. Наприклад, як швидко відновити перші два ненульових доданки у розвиненні в ряд Маклорена для функції $y = \mathrm{tg}x$?

Наведемо можливий варіант розв'язку. Функція $y = \mathrm{tg}x$ — непарна, отже, ненульовими будуть доданки лише з непарними степенями x. Будемо шукати апроксимуючий поліном у вигляді: $C_1 x + C_3 x^3$. Зрозуміло, що C_1=1, бо

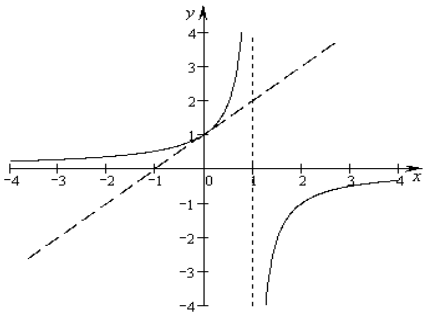
$\operatorname{tg}x = \dfrac{\sin x}{\cos x}$, $\sin x \approx x$, а $\cos x \approx 1 - \dfrac{x^2}{2}$. Залишилося знайти C_3. Знайдемо наближені вирази для похідної $\operatorname{tg}x\,'$ з двох міркувань і порівняємо їх між собою. З одного боку, $\operatorname{tg}x\,' = \dfrac{1}{\cos^2 x} = 1 + \operatorname{tg}^2 x \approx 1 + x^2$. А з іншого, $\operatorname{tg}x\,' \approx \left(x + C_3 x^3\right)' = 1 + 3C_3 x^2$. Отже, $C_3 = \dfrac{1}{3}$. Відповідно, $\operatorname{tg}x \approx x + \dfrac{x^3}{3}$.

Для практичного застосування у фізичних задачах розвинень функцій у ряд Маклорена необхідно знати, якою кількістю ненульових членів можна обмежитись у тій чи іншій ситуації. Простим у сучасних умовах і наочним шляхом для пошуку відповіді на це питання є побудова графіків (для цього можна використати найрізноманітніші програмні засоби, наприклад MathCad). Саме графіки допоможуть сформувати в учнів необхідні образи та переконати їх у важливості математичного поняття, що розглядається (див. рис. 1-4).

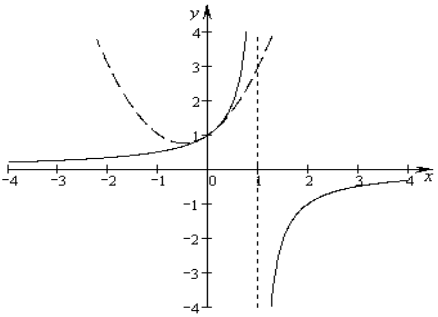


$\sin x \approx x$ $\qquad$ $\sin x \approx x - \dfrac{x^3}{3!}$

Рис. 1

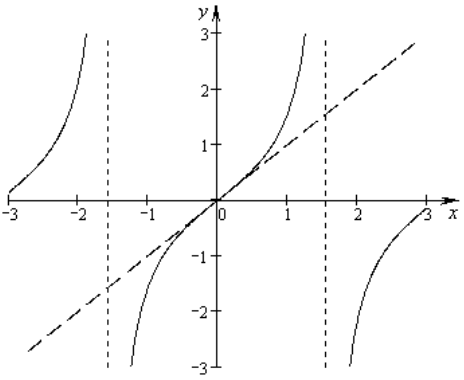


$$\frac{1}{1-x} \approx 1+x$$

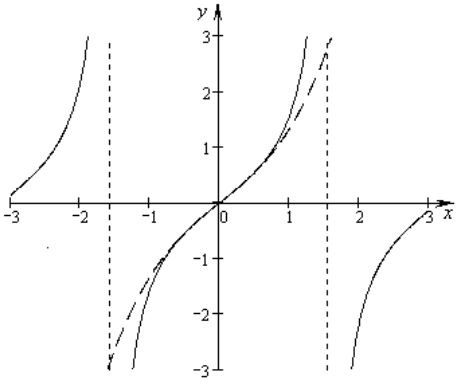


$$\frac{1}{1-x} \approx 1+x+x^2$$

Рис. 2

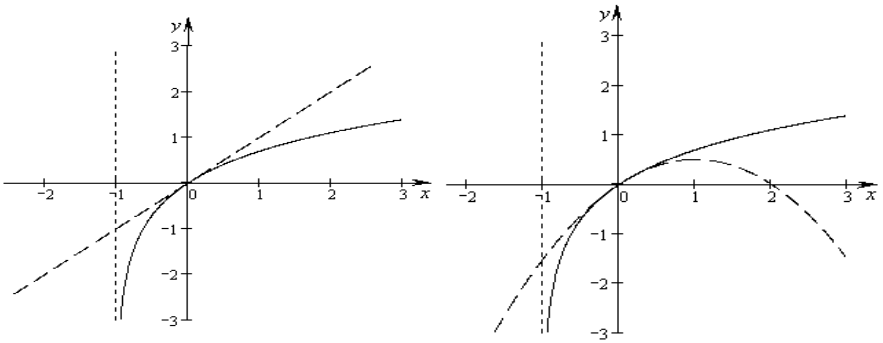


$$\mathrm{tg}x \approx x$$



$$\mathrm{tg}x \approx x+\frac{1}{3}x^3$$

Рис. 3



$\ln(1+x) \approx x$ $\qquad\qquad$ $\ln(1+x) \approx x - \frac{x^2}{2}$

Рис. 4

Такі рисунки надають можливість учням “відчути”, що означають слова “при малих x” у тих випадках, коли обмежуються певною кількістю членів ряду Маклорена для апроксимації конкретної функції. Перехід від ряду Маклорена до ряду Тейлора не викликає особливих ускладнень. Розвинення функції в околі $x = a$ легко отримати очевидною лінійною заміною змінної.

6. Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розробок

Актуальним напрямком дидактики старшої профільної школи є пошук такого змісту освіти, що максимально сприяв би формуванню і розвитку в учнів критичного мислення, яке б допомагало їм усвідомлено вибудовувати свою власну освітню траєкторію і справлятися з тими проблемами, розв’язувати які їх безпосередньо не вчили.

З цієї точки зору, важливим є ознайомлення учнів з можливостями застосування ряду Тейлора для критичної оцінки отриманих при розв’язуванні фізичних задач формул, а також для пошуків наближених розв’язків і кількісних оцінок. Але

значна увага має бути приділена техніці швидкого, якщо можна усного, одержання перших ненульових доданків ряду Маклорена.

Окремого розгляду потребує методика ознайомлення учнів із застосуванням ряду Тейлора до обчислення похибок експериментально отриманих результатів.

Література:

1. Халперн Д. Психология критического мышления. – СПб.: «Питер», 2000. – 512 с.

2. Швець О., Бойко Л. Міжпредметні зв'язки математики і фізики: стан, проблеми, перспективи // Фізика та астрономія у школі. – 2002. – №6. – С. 21-25.

3. Андрєєв А.М., Марченко О.А. Застосування математичних знань для розв'язування фізичних задач // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – №5. – С. 12-15.

4. Мінаєв Ю.П., Кенєва І.П., Андрєєв А.М. Проблема навчального посібника для математичної підтримки поглибленого курсу фізики // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. – 2002. – №6. – С. 102-107.

5. Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Фізико-математичні вправи на вступних іспитах до університету та олімпіадах для абітурієнтів: Навчальний посібник / За заг. ред. Ю.П. Мінаєва. – Запоріжжя: ЗДУ, 2005. – 98 с.

6. Гельфгат І.М., Генденштейн Л.Е, Кирик Л.А. 1001 задача з фізики з відповідями, вказівками, розв'язаннями. – Харків, 2001. – 352 с.

7. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения: Пособие для учителя. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1983. – 432 с.

ПРО ВИКОРИСТАННЯ РЯДУ ТЕЙЛОРА ПРИ ВИВЧЕННІ ПОГЛИБЛЕНОГО КУРСУ ФІЗИКИ[10]

О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв

Ця стаття є логічним продовженням однієї з наших попередніх публікацій, де знайомство учнів з рядом Тейлора пов'язувалося із загальною проблемою розвитку критичного мислення в учнів старшої профільної школи [1]. Йшлося, звичайно, про школярів, які обрали фізико-математичний профіль навчання.

У відповідності до реформи загальної середньої освіти вже за декілька років у 10-12 класах має бути впроваджене профільне навчання. Безперечно актуальним у цих умовах є створення відповідного дидактичного забезпечення поглибленого курсу фізики. Потребує перегляду сукупність знань, яка пропонується учням для засвоєння. Важливо зокрема виокремити ті елементи, що можуть слугувати учням інструментарієм для активного вивчення фізики, для проведення власних навчальних досліджень.

Одним з таких елементів знань є ряд Тейлора (та його окремий випадок — ряд Маклорена). Нами експериментально було доведено, що при належній методиці учні навіть дев'ятих класів можуть без особливих ускладнень засвоювати цей матеріал та використовувати його під час аналізу різноманітних фізичних ситуацій. Методика знайомства школярів з рядом Тейлора, а також способи, що спрощують отримання

---

[10] ***Стаття опублікована у збірнику наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету*** (Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2005. — Вип. 11. — С.153-156).

розвинення функцій певних класів, зв'язки з геометричною прогресією, біномом Ньютона, інтегруванням та диференціюванням були розглянуті нами у попередній статті [1].

Зараз же ми зосередимо свою увагу на конкретних прикладах ознайомлення учнів із можливостями застосування ряду Тейлора безпосередньо при вивченні фізики.

Задачі, що стають усними. Перевірку засвоєння учнями шкільного курсу фізики, особливо у фізико-математичних класах, рекомендовано МОН України проводити у письмовій формі [2] за "Збірником різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики" [3]. Для складання іспиту на *високому* рівні школярі повинні вміти розв'язувати відповідні задачі, а для цього недостатньо знати теоретичний матеріал та певні алгоритми для розв'язування стандартних задач: завдання високого рівня *якісно* від них відрізняються. У статті [4] розповідалося про багаторічний позитивний досвід залучення учнів до *усного* розв'язування досить складних за звичайними мірками фізичних задач. Уміння застосовувати ряди Тейлора і Маклорена може значно розширити коло задач, що розв'язуються усно. Розглянемо конкретний приклад.

Дві маленькі кульки масами 20 г *та 30* г *підвішені на закріплених в одній точці нитках однакової довжини. Кульку масою 20* г *відводять на відстань, при якій нитки утворюють кут* $10°$*, і відпускають. Визначте, на який кут відхиляться нитки від вертикалі після абсолютно непружного удару кульок* (№3.46 [3]).

Цю задачу можна швидко розв'язати усно, якщо врахувати малість початкового кута відхилення нитки з кулькою. Швидкість кульки, що відводили, безпосередньо перед ударом можна знайти за законом збереження енергії:

$\frac{m\upsilon^2}{2} = mgl\ 1-\cos\varphi_0$. При малих кутах $\cos\varphi_0 \approx 1-\frac{\varphi_0^2}{2}$ (два ненульових доданки ряду Маклорена). Отже, стає очевидним, що згадана швидкість υ пропорційна значенню максимального кута відхилення φ_0, а коефіцієнт пропорційності виражається через довжину нитки та прискорення вільного падіння, але не залежить від маси кульки. Після абсолютно непружного удару обидві кульки рухатимуться як одне тіло з сумарною масою, а початкова швидкість їхнього сумісного руху визначиться з закону збереження імпульсу і буде у 2,5 рази менша за швидкість першої кульки безпосередньо перед зіткненням, бо у стільки разів її маса менша за сумарну $\left(\frac{20+30}{20}\right)$. Враховуючи пропорційність між максимальним кутом відхилення (якщо він малий) і максимальною швидкістю (у положенні рівноваги), а також незалежність коефіцієнту пропорційності від маси тягарця, робимо висновок, що нитки відхиляться на кут 4° (=10° :2,5). Корисно розв'язати цю задачу в загальному вигляді без обмеження на малість початкового кута відхилення нитки, а потім порівняти відповідь з тією, яку ми отримали усно. Зауважимо, що зробити таке порівняння для кута в $10°$ за допомогою калькулятора можна без проблем. А ось аналітично довести, що кінцева формула для загального випадку $\left(\varphi = \arccos\left[1-\left(\frac{m_1}{m_1+m_2}\right)^2\ 1-\cos\varphi_0\ \right]\right)$ переходить при малих кутах у формулу $\varphi = \frac{m_1}{m_1+m_2}\varphi_0$, для багатьох виявляється не такою вже і простою справою.

Знаходження центра мас. Один з методів знаходження

центра мас однорідного тіла пов'язаний з підрахунком зміни потенціальної енергії при повороті на малий кут навколо горизонтальної осі. Проілюструємо цей метод на прикладі знаходження положення центра мас тонкої однорідної пластини, що має форму половини круга.

Повернемо пластину на малий кут φ (див. рис. 1).

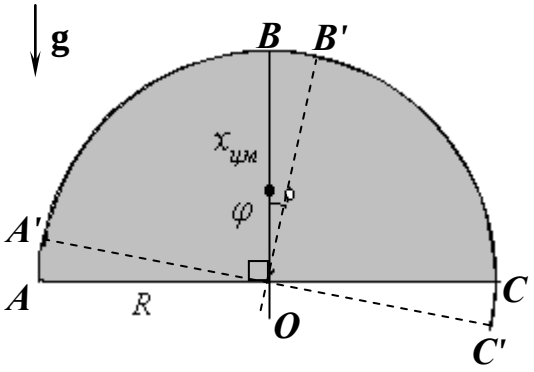


Рис. 1

Знайдемо зміну висоти її центра мас і відповідну зміну потенціальної енергії, вважаючи, що спочатку діаметр AC був горизонтальним. З міркувань симетрії центр мас повинен знаходитись на відрізку OB, і при повороті пластини він опуститься на $x_{ц.м.}(-\cos\varphi)$, де $x_{ц.м.}$ — відстань від нього до точки O.

Потенціальна енергія при цьому зменшиться на $\Delta E_p = mgx_{ц.м.}(-\cos\varphi)$. Якщо скористатися тим фактом, що кут φ малий, та розвинути функцію $\cos\varphi$ у ряд Маклорена, обмежуючись двома першими ненульовими доданками, то можна записати:

$$\Delta E_p \approx mgx_{ц.м.}\frac{\varphi^2}{2}.$$

Тепер спробуємо знайти ту ж саму величину, виходячи з

інших міркувань. Якщо уважно подивитися на рисунок, то, скориставшись однорідністю пластини, можна сказати, що пластина не рухалась, а лише сектор OAA' "перейшов" у сектор OCC'. Оскільки кут φ малий, то ми можемо вважати названі сектори трикутниками. Враховуючи, що центр мас трикутника знаходиться на перетині медіан, знаходимо, що цей "перехід" спричинив зміну висоти центра мас малого трикутника на $\frac{2}{3}R\varphi$. Отже, зміну потенціальної енергії можна записати так:

$$\Delta E_p \approx \frac{\varphi}{\pi} mg \frac{2}{3} R\varphi ,$$

де $\frac{\varphi}{\pi} m$ — маса сектора, що відповідає куту φ.

Зрозуміло, що знайдені нами зміни потенціальних енергій повинні бути однаковими. Таким чином,

$$\frac{\varphi^2}{\pi} mg \frac{2}{3} R = mgx_{ц.м.} \frac{\varphi^2}{2} , \text{ звідки}$$

$$x_{ц.м.} = \frac{4R}{3\pi} .$$

Задачі, пов'язані з квазігармонічними коливаннями. Як відомо, у тих випадках, коли коливання механічної системи біля положення рівноваги є гармонічними, потенціальну енергію можна представити у вигляді Aq^2, а кінетичну — у вигляді $B\dot{q}^2$, де q — так звана узагальнена координата, яку для кожної конкретної ситуації обирають із міркувань зручності (це може бути, наприклад, кут повороту), а $\dot{q}$ — узагальнена швидкість. Після знаходження виразів для вказаних енергій можна записати закон збереження енергії і далі використовувати його в залежності від вимог задачі. Але знаходження цих виразів, як

правило, потребує розвинення функцій у ряд Маклорена, оскільки частіше за все мова йде про квазігармонічні коливання, які наближаються до гармонічних при малих амплітудах. Розглянемо задачу, що у збірнику за редакцією О.Я. Савченка [5] віднесена до задач підвищеної складності.

На нитках довжиною h, що знаходяться на відстані l одна від одної, висить невагомий стержень довжиною L >l з тягарцями масою m на кінцях. Стержень розташований горизонтально (див. рис. 2). Знайдіть максимальну кутову швидкість стержня, якщо його відпустили, повернувши перед тим на малий кут φ_0 *у горизонтальній площині* [5, №3.1.14].

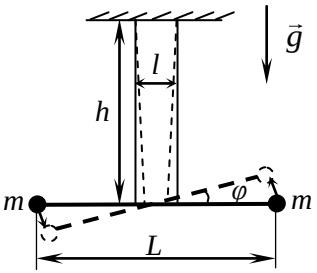


Рис. 2

З умови задачі зрозуміло, що після виведення з положення рівноваги система буде здійснювати коливання. Як узагальнену координату зручно обрати кут φ, на який стержень повернений у горизонтальній площині відносно положення рівноваги.

У результаті повороту стержень, залишаючись горизонтальним, буде підніматись угору, його потенціальна енергія у гравітаційному полі Землі буде зростати зі збільшенням кута повороту. Знайдемо цю залежність.

З рис. 3 (“вид зверху”) видно, що при повороті на малий кут φ відстань, на яку зміститься у горизонтальній площині кожна з

точок закріплення ниток до стержня, дорівнює $\frac{l\varphi}{2}$.

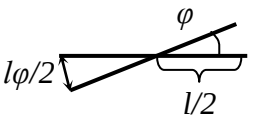


Рис. 3

З рис. 4 (“вид з боку”) можна визначити, що стержень при цьому підніметься вгору на висоту $\Delta H = h\ 1-\cos\alpha$, де α — кут відхилення ниток від вертикалі. Цей кут можна також визначити за допомогою рисунка: $\sin\alpha = \frac{l\varphi}{2h}$.

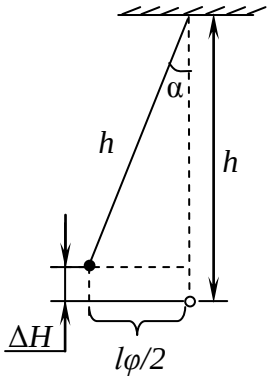


Рис. 4

Далі скористаємося розвиненням функцій синуса і косинуса у ряд Маклорена, враховуючи малість кута α: $\sin\alpha \approx \alpha$, відповідно $\alpha \approx \frac{l\varphi}{2h}$; $\cos\alpha \approx 1-\frac{\alpha^2}{2}$, отже $\Delta H \approx h\frac{\alpha^2}{2} = \frac{l^2}{8h}\varphi^2$. Тепер ми можемо записати у потрібному вигляді вираз для потенціальної енергії системи, вважаючи її нульовою в

положенні рівноваги:

$$\Delta E_p \approx mg\frac{l^2}{4h}\varphi^2 .$$

Тут враховано, що сумарна маса тягарців дорівнює $2m$.

Кінетична енергія без проблем виражається через кутову швидкість $\dot{\varphi}$: $E_k = 2m\frac{\upsilon^2}{2} = m\left(\dot{\varphi}\frac{L}{2}\right)^2$. Якщо у початковий момент часу стержень був повернений у горизонтальній площині на кут φ_0, то у відповідності до закону збереження енергії отримуємо:

$$mg\frac{l^2}{4h}\varphi^2 + m\frac{L^2}{4}\dot{\varphi}^2 = mg\frac{l^2}{4h}\varphi_0^2 .$$

Отже, максимальна кутова швидкість $\dot{\varphi}_{\max}$ складатиме $\dot{\varphi}_{\max} = \frac{l}{L}\sqrt{\frac{g}{h}}\varphi_0$, оскільки при цьому $\varphi = 0$. Можна розглянути додаткове запитання: який буде період малих коливань стержня? Як відомо з теорії гармонічних коливань, максимальна узагальнена швидкість (у даному випадку $\dot{\varphi}_{\max}$) дорівнює добутку максимального значення координати (у даному випадку φ_0) та кругової частоти гармонічних коливань ω (що пов'язана з періодом T: $\omega = \frac{2\pi}{T}$). Отже, $\dot{\varphi}_{\max} = \frac{2\pi}{T}\varphi_0$. Звідки $T = 2\pi\frac{L}{l}\sqrt{\frac{h}{g}}$.

Можливі ускладнення під час перевірки відповіді фізичної задачі на граничний випадок. Розглянемо задачу, яка полягає у знаходженні центра мас "газового стовпа", якщо молярна маса

газу μ, а висота "газового стовпа" — H. Крім того відомо, що газ знаходиться у земному полі тяжіння при температурі T (див. рис. 5).

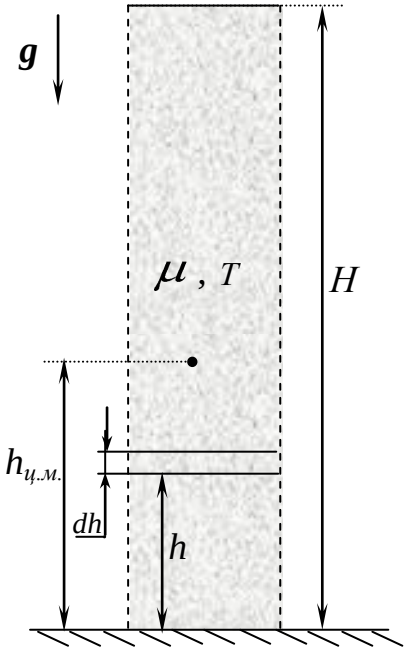


Рис. 5

Ця задача дещо виходить за межі традиційного шкільного курсу фізики, але, на нашу думку, у фізико-математичних класах, за умови вирішення проблеми математичної підтримки профільного курсу, розгляд подібних задач був би корисним.

Наведена задача розв'язується за допомогою означення центра мас:

$$h_{ц.м.} = \frac{\int h dm}{\int dm}, \qquad (1)$$

де h — відстань від нульового рівня (поверхня землі) до шару

газа завтовшки *dh*, маса якого *dm*, а інтегрування ведеться по всьому об'єму стовпа. Використовуючи відому залежність густини газу від висоти над поверхнею землі можна обчислити інтеграли, що входять в (1). Позначивши через *S* площу поперечного перерізу стовпа, а через ρ_0 густину газу біля поверхні землі, маємо:

$$\int dm = \rho_0 S \int_0^H e^{-\frac{\mu g h}{RT}} dh = \frac{\rho_0 SRT}{\mu g}\left(1 - e^{-\frac{\mu g H}{RT}}\right);$$

$$\int h dm = \rho_0 S \int_0^H h e^{-\frac{\mu g h}{RT}} dh =$$

$$= \rho_0 S \left[\left(-\frac{RT}{\mu g} h e^{-\frac{\mu g h}{RT}} \right)\Bigg|_0^H + \frac{RT}{\mu g} \int_0^H e^{-\frac{\mu g h}{RT}} dh \right] =$$

$$= \frac{\rho_0 SRT}{\mu g}\left[-He^{-\frac{\mu g H}{RT}} - \frac{RT}{\mu g} e^{-\frac{\mu g H}{RT}} + \frac{RT}{\mu g} \right].$$

Отже, центр мас "газового стовпа" можна знайти за формулою:

$$h_{ц.м.} = H\left[1 + \frac{RT}{\mu g H} - \frac{1}{1 - \exp\left(-\frac{\mu g H}{RT}\right)}\right]. \qquad (2)$$

Отримавши таку досить громіздку кінцеву формулу, хотілося б перевірити її на очевидні граничні випадки. Зрозуміло, що при $T \to 0$ $\left(\frac{\mu g H}{RT} \to \infty\right)$ висота центра мас $h_{ц.м.}$ має прямувати до нуля, бо за такої умови всі молекули (в моделі ідеального газу) опиняться на землі. Якщо ж $T \to \infty$ $\left(\frac{\mu g H}{RT} \to 0\right)$ положення центру мас має бути на висоті $\frac{H}{2}$,

оскільки у цьому випадку густина газу буде практично однаковою по всьому об'ємові стовпа.

Перевірку на граничний випадок для низьких температур наша кінцева формула (2) легко витримує. Дійсно, якщо $\frac{\mu gH}{RT} \to \infty$ (відповідно, $\frac{RT}{\mu gH} \to 0$), то $h_{ц.м.} \to 0$.

Тепер проаналізуємо її для випадку високих температур $\left(\frac{\mu gH}{RT} \to 0 \right)$. Скориставшись тим, що за малих x $e^x \approx 1 + x$, отримуємо:

$$\frac{1}{1 - \exp\left(-\frac{\mu gH}{RT} \right)} \approx \frac{1}{1 - 1 + \frac{\mu gH}{RT}} = \frac{RT}{\mu gH},$$

а висота центра мас у розглядуваному випадку

$$h_{ц.м.} \approx H \left[1 + \frac{RT}{\mu gH} - \frac{RT}{\mu gH} \right] = H.$$

Але ж такий результат не співпадає з тим, який ми очікували. Де ж помилка?

Виявляється, що використане нами наближення було надто грубим і необхідно врахувати ще один член розвинення, тобто скористатися формулою $e^x \approx 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!}$. Тоді матимемо:

$$e^{-\frac{\mu gH}{RT}} \approx 1 - \frac{\mu gH}{RT} + \frac{1}{2}\left(\frac{\mu gH}{RT} \right)^2,$$

$$\frac{1}{1 - e^{-\frac{\mu gH}{RT}}} \approx \frac{1}{\frac{\mu gH}{RT} - \frac{1}{2}\left(\frac{\mu gH}{RT} \right)^2} = \frac{RT}{\mu gH} \left(\frac{1}{1 - \frac{1}{2}\frac{\mu gH}{RT}} \right).$$

Тут доведеться ще раз скористатися розвиненням у ряд Маклорена: $\frac{1}{1-x} \approx 1+x$,

$$\frac{1}{1-e^{-\frac{\mu gH}{RT}}} \approx \frac{RT}{\mu gH}\left[1+\frac{1}{2}\frac{\mu gH}{RT}\right] = \frac{RT}{\mu gH}+\frac{1}{2}.$$

Підстановка у (2) дає:

$$h_{ц.м.} \approx H\left[1+\frac{RT}{\mu gH}-\frac{RT}{\mu gH}-\frac{1}{2}\frac{\mu gH}{RT}\cdot\frac{RT}{\mu gH}\right]=\frac{H}{2},$$

як і повинно було бути.

Після отримання правильної відповіді постає питання: чи не можна було заздалегідь передбачити, що обмеження першими двома ненульовими членами розвинення у ряд Маклорена призведе до непорозуміння?

Дійсно, коли ми замість $\frac{1}{1-\exp\left(-\frac{\mu gH}{RT}\right)}$ підставляємо $\frac{RT}{\mu gH}$, а потім порівнюємо між собою дві великі (адже $RT >> \mu gH$) величини, одна з яких точно дорівнює $\frac{RT}{\mu gH}$, а інша — приблизно, то не має ніякої гарантії, що різниця між цими величинами буде набагато меншою за одиницю. Коли ми враховуємо ще один член розвинення, то знаходимо, що вказана різниця приблизно дорівнює за абсолютним значенням 0,5 (тобто того ж порядка, що і одиниця).

Отже, цей приклад яскраво ілюструє ускладнення, які можуть виникнути під час перевірки відповіді фізичної задачі на граничні випадки.

У цій статті ми продемонстрували можливі застосування

ряду Маклорена (як окремого випадку ряду Тейлора) у методиці навчання фізики в умовах старшої школи фізико-математичного профілю. Наші експериментальні дослідження свідчать, що цей матеріал є цілком доступним учням старших класів при належній організації математичної підтримки поглибленого курсу фізики. Така підтримка дозволяє учням краще розуміти фізику і відчувати власну силу, стикаючись з незнайомим задачами. А відчуття власної компетентності, власних можливостей є, як відомо, важливою спонукою (чинником) будь-якої діяльності й характеризує її *внутрішню* мотивацію [6]. Цю статтю ми розглядаємо як черговий крок у створенні навчального посібника для математичної підтримки поглибленого курсу фізики [7]. На черзі — методика ознайомлення старшокласників із криволінійними інтегралами, які потрібні у поглибленому курсі фізики вже під час вивчення механіки (принаймні для коректного введення поняття роботи).

Зазначимо наприкінці, що організація математичної підтримки поглибленого курсу фізики грає виключно важливу роль у залученні учнів до навчально-дослідної роботи у фізико-технічних гуртках Малої академії наук.

Література:

1. Марченко О.А., Мінаєв Ю.П. Знайомство з рядом Тейлора і розвиток критичного мислення // Наукові записки. — Випуск 60. Ч. 2. — Серія: Педагогічні науки. — Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. — 2005. — С. 77-84.

2. Державна підсумкова атестація в загальноосвітній навчальних закладах у 2004-2005 навчальному році. Фізика, 11 клас // Фізика та астрономія в школі. — 2005. —№1. — С. 2-4.

3. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики. / За ред. І.М. Гельфгата — Харків: “Гімназія”, 2002 — 104 с.

4. Марченко О.А., Мінаєв Ю.П. Усні задачі високого рівня з механіки // Фізика та астрономія в школі. — 2005. —№1. — С. 36-41.

5. Задачи по физике. Учеб. пособие / И.И. Воробьев, П.И. Зубков, Г.А. Кутузова и др.; Под ред. О.Я. Савченко. — М.: Наука. Главная

редакция физико-математической литературы, 1988. — 416 с.

6. Занюк С.С. Психологія мотивації: Навч. посібник. — К.: Либідь, 2002. — 304 с.

7. Мінаєв Ю.П., Кенєва І.П., Андрєєв А.М. Проблема навчального посібника для математичної підтримки поглибленого курсу фізики // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. №6. — 2002. — С. 102-107.

ПЕРШІ КРОКИ У ПРОГНОЗУВАННІ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВІДПОВІДЕЙ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ[11]

Ю.П. Мінаєв

Раніше [2] нами обґрунтовувалась концепція підготовчих вправ у застосуванні до технологізації процесу формування вміння розв'язувати фізичні задачі. Але висунення загальної концепції має доповнитися розробкою вправ, використання яких і дозволить досягти вказаної мети, тобто перевести на "технологічні рейки" методику навчання розв'язування фізичних задач.

Зараз ми зосередимо увагу лише на одному з часткових умінь, що входить як складова до узагальненого вміння розв'язувати задачі, та на вправах, які допомагають його формувати. Мова йде про вміння прогнозувати властивості відповіді, яка очікується в результаті розв'язування фізичної задачі.

Може виникнути питання: а чи потрібно взагалі формувати таке вміння? Традиційні методики не виділяють прогноз властивостей відповіді як окремий етап розв'язування задачі. Навіщо ж вчити його робити?

Хоча такий етап явно і не виділяють, він все ж таки присутній у неявному вигляді у складі інших етапів, які визнаються всіма методистами. Усі погодяться з тим, що після розв'язування задачі треба хоча б якось упевнитись у вірогідності отриманої відповіді. А як це зробити без попередньої інформації про неї?

Стандартна вимога — проходження тестування кінцевої формули на одиниці вимірювання. Безумовно, така перевірка корисна, але її замало. Вона виявляє надто грубі помилки у

[11] Як нам здається, ця стаття ще й досі знаходиться у редакції журналу «Фізика та астрономія в школі».

розв’язанні: якщо не витримують критики на розмірність вихідні формули, або неправильно виконані математичні перетворення.

Часто рекомендують оцінити реальність числового значення отриманої відповіді. Але, по-перше, ця рекомендація практично не стосується задач, в яких числові значення відомих величин не наводяться, а відповідь вимагається лише у загальному вигляді. По-друге, для оцінки реальності треба знати, які значення є реальними, а які ні. А з цим є проблеми не тільки в учнів, а й у професіональних фізиків, якщо мова заходить про ті розділи фізики, якими вони безпосередньо не займаються.

Існують рекомендації перевіряти результати, отримані при розв’язуванні теоретичних задач, експериментально. Але такою порадою принципово не можна скористатися на контрольній роботі, на теоретичному турі фізичної олімпіади чи під час вступного іспиту до ВНЗ.

Сама ж ідея експериментальної перевірки теоретично отриманого результату може бути дуже плідною. Але не стільки як засобу з’ясування правильності теоретичних розрахунків на основі моделі фізичної реальності, обраної при розв’язуванні задачі або запропонованої безпосередньо в її умові, скільки засобом оцінки адекватності самої моделі. Зараз ми не маємо наміру заглиблюватися у цю цікаву тему, яка заслуговує на окремий розгляд.

Що ж стосується інших методів тестування кінцевої формули, то вони згадуються в літературі помітно рідше, і з ними знайомі лише окремі випускники середньої школи. Мова йде, перш за все, про перевірку відповіді на окремі та граничні випадки, на її симетричність або антисиметричність відносно певних величин, що до неї входять, тощо. Уміння робити таку перевірку включає в себе як уміння досліджувати математичні функції, так і вміння створювати на основі фізичної задачі її спрощені варіанти, які можна швидко розв’язати. Відповідна

математична підготовка учнів дозволить їм дослідити кінцеву формулу, але результати цього дослідження треба порівняти з тими, які одержані з фізичних міркувань. Отримання *попередньої* інформації про відповідь ми і називаємо прогнозуванням її властивостей. Саме про перші кроки у формуванні вміння такого прогнозування і піде далі мова.

Створення навіть спрощеного варіанту запропонованої задачі все ж таки є творчою роботою, яку не можна повністю алгоритмізувати. Тому починати треба з конкретних прикладів, які б учні могли наслідувати. Одночасно на цих прикладах можна відпрацьовувати навички швидкого розв'язування спрощених задач.

Щоб виявити, наскільки сформовані такі навички у випускників середніх шкіл, ми дали абітурієнтам фізичного факультету Запорізького державного університету завдання, які містили таку інструкцію: "Не розв'язуючи повністю задачу, вкажіть відповідь у тому конкретному випадку, який запропонований у дужках після умови". Потім ішов текст звичайної фізичної задачі та вказівка на те, який саме конкретний випадок треба розглянути. Наприклад: "*Паралельно з'єднані конденсатор ємністю C і резистор опором R під'єднані до джерела струму з ЕРС ε і внутрішнім опором r. Визначте заряд на обкладках конденсатора* $\left(\frac{R}{r} \to 0\right)$".

Оскільки вихідні задачі були нескладними, деякі абітурієнти повністю їх розв'язували, а потім знаходили відповіді у тих конкретних випадках, які були зазначені у дужках після умови, демонструючи своє вміння математично досліджувати отриману формулу. Більшість абітурієнтів не робили і цього. І лише у поодиноких випадках завдання правильно сприймалися і виконувалися.

Були проблеми навіть з таким граничним випадком відомої задачі: “*Стержень довжиною l і масою m підвішено до стелі на двох легких проводах однакової довжини. Проводи закріплені на кінцях стержня і паралельні один до одного. Система розміщена в однорідному вертикальному магнітному полі з індукцією B. Чому дорівнюватиме натяг кожного проводу, якщо по стержню пропустити струм силою I?* $I \to 0$ ”.

Здавалося б, що відповідь очевидна: за відсутності електричного струму магнітне поле не буде діяти на стержень, натяг проводів має компенсувати лише силу тяжіння, отже, для кожного з них він становитиме $\frac{mg}{2}$.

Як виявилося, не для всіх, хто зібрався продовжити свою фізичну освіту в університеті, подібні міркування є очевидними. Такі результати нашого констатуючого експерименту свідчать про те, що треба проводити спеціальну роботу з формування в учнів відповідних навичок.

Для створення необхідних для цього вправ можна безпосередньо скористатися задачами зі “Збірника різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики” [1]. Візьмемо для прикладу задачу з першого ж розділу (“Основи кінематики”): “*Катер проходить по річці відстань між двома пунктами А та Б за час t_1, а пліт — за час t_2. Скільки часу t_3 витратить катер на зворотний шлях?*”.

Така задача формально не виходить за рамки програми основної школи. Але, як показує досвід, проблеми з її розв’язуванням виникають не тільки у тих, хто щойно розпочав вивчати фізику. Скільки різних відповідей можна отримати від учнів, запропонувавши їм для розв’язування цю задачу! Корисно виписати їх на дошку, щоб у подальшому було добре видно, як відкидаються ті з них, які не витримують перевірку на окремі та граничні випадки.

Як доповнити цю задачу додатковими вимогами, щоб вона перетворилася у вправу, яка б сприяла формуванню вміння, про яке йде мова?

Якщо попрацювати з учнями над вправами, в яких до тексту звичайної фізичної задачі додаються умови, що її спрощують, а потім запропонувати самостійно скласти подібні вправи, то для багатьох таке завдання не буде дуже простим, до того ж не всі зможуть виконати ті вправи, які самі ж придумали.

Нагадаємо, що наша мета полягає в тому, щоб навчити учнів самостійно прогнозувати властивості відповідей звичайних фізичних задач. Вони мають навчитися знаходити такі спрощення вихідної задачі, які дозволяють зробити її для них майже усною. Працюючи тільки з готовими вправами зазначеного типу, далеко не всі учні розуміють, як придумувати додаткові умови, які спрощували б вихідну задачу. Це призводить до того, що учні намагаються скласти вправи, які схожі за зовнішніми ознаками на ті, з якими вони працювали, але не розуміють фізичного змісту тих спрощень, що вони самі ж пропонують розглянути.

Так, у задачі з катером такі учні можуть запропонувати розглянути як випадок $t_1 << t_2$, так і $t_1 >> t_2$, не розуміючи, що другий варіант суперечить вихідній умові, бо за фізичним змістом обов'язково має виконуватися нерівність $t_2 > 2t_1$. У протилежному випадку катер не зможе повернутися до пункту *A*. Останнє твердження є очевидним далеко не для всіх учнів. Тому має сенс складати і такі підготовчі вправи (а фактично, контрольні запитання на розуміння умови задачі), які б допомогли учням самостійно дійти до подібних тверджень. Треба звернути їхню увагу на те, що часто доцільно розглянути навіть фізичні величини і співвідношення між ними, про які в умові задачі взагалі нічого не сказано. Така порада може здатися банальною, але зустрічається чимало учнів, які пробують

виконати всі знайомі їм арифметичні дії з тими величинами, що задані в умові, але вперто “не хочуть” переобтяжувати свої роздуми новими величинами, про які в умові задачі не згадується.

У даному прикладі має сенс подумати про швидкості. Перш за все, треба зрозуміти, що швидкість плота відносно берега υ_2 — це і є швидкість течії річки. Індекс “2” обраний з тих міркувань, що $\upsilon_2 = \frac{S}{t_2}$, де S — відстань між пунктами *А* і *Б*, яку пліт за умовою вихідної задачі проходить за час t_2. Тоді швидкість катера за течією буде дорівнювати $\upsilon_1 = \upsilon_0 + \upsilon_2$, а на зворотному шляху (проти течії) становитиме $\upsilon_3 = \upsilon_0 - \upsilon_2$, де υ_0 — швидкість катера відносно води (плота).

Тепер можна поставити таке запитання: якому співвідношенню між t_1 і t_2 відповідає умова $\upsilon_2 << \upsilon_0$ (тобто швидкість течії значно менша за власну швидкість катера)? На нього зможе відповісти значна кількість учнів: $t_1 << t_2$ (або $\frac{t_1}{t_2} \to 0$). Після цього не викличе ускладнень і питання про те, до якого значення прямуватиме відповідь вихідної задачі за умови $t_1 << t_2$, бо вже зрозуміло, що у цьому випадку швидкістю течії можна знехтувати. Отже, $t_3 \to t_1$, тобто на зворотний шлях катеру треба практично стільки ж часу, скільки він витратив на поїздку від *А* до *Б*.

За якої умови катер зможе повернутися до пункту *А*? Другий граничний випадок для багатьох учнів помітно складніший. Але на мові швидкостей це питання досить просте. Дійсно, швидкість катера відносно води υ_0 має бути більше за

швидкість течії υ_2. А з урахуванням того, що $\upsilon_1 = \upsilon_0 + \upsilon_2$, виходить, що $\upsilon_1 > 2\upsilon_2$. А як це записати через величини, що входять до умови вихідної задачі? Тепер неважко зрозуміти, що має виконуватися нерівність $t_2 > 2t_1$, бо швидкість катера відносно берега, коли він іде за течією, повинна перевищувати швидкість плота більше ніж у два рази. У протилежному випадку він не зможе йти проти течії.

Складність цього граничного випадку полягала в тому, що відповідь вихідної задачі має прямувати до нескінченності за умови, що відношення $\frac{t_1}{t_2}$ прямує до конкретного числа, яке не можна вказати без попереднього аналізу.

Порівняймо два запитання: 1) До якого значення прямуватиме час на зворотний шлях t_3 при $\frac{t_1}{t_2} \to 0{,}5$? 2) При якому відношенні $\frac{t_1}{t_2}$ час на зворотний шліх t_3 буде прямувати до нескінченості? Хоча обидва запитання стосуються однієї фізичної ситуації, друге з них краще, бо звертає увагу учнів на те, що треба розглядати не тільки очевидні особливі значення величин, які за умовою задачі вважаються відомими, а й особливі значення відповіді (прямує до нуля або до нескінченності, має максимальне або мінімальне значення). Перше ж запитання виглядає явно штучним, воно не може бути сформульовано без попереднього розгляду питання подібного до другого. Відповідати на нього учням також важко, не розв'язуючи повністю вихідну задачу. Отже, таких запитань при складанні вправ треба уникати. Учні мають відчувати природність запропонованих спрощень вихідної задачі або запитань, які виникають під час аналізу умови. Особливо це

зауваження стосується вправ, які використовуються на початку формування вміння прогнозувати властивості відповідей фізичних задач.

Окрім граничних випадків корисно розглянути хоча б один окремий випадок співвідношення між відомими за умовою вихідної задачі величинами, при якому можна швидко отримати відповідь. Наведемо приклад. Якщо власна швидкість катера (відносно води) буде вдвічі більша за швидкість течії ($\upsilon_0 = 2\upsilon_2$), то його швидкість відносно берега буде $\upsilon_1 = 3\upsilon_2$, коли він іде за течією, і $\upsilon_3 = \upsilon_2$ на зворотному шляху, бо у першому випадку швидкість течії υ_2 додається до υ_0, а в другому віднімається. Перекладемо ці міркування на мову тих величин, які фігурують в умові вихідної задачі. Тоді отримаємо: підстановка в правильну кінцеву відповідь замість t_1 значення $\frac{t_2}{3}$ має призвести до того, що t_3 буде дорівнювати t_2.

Звернемо ще раз увагу на те, що попередні міркування легше було вести на мові величин, які безпосередньо в умову задачі не входили (на мові швидкостей, які тут можна додавати і віднімати на відміну від значень часу t_1 і t_2).

Підсумовуючи сказане, наведемо можливий варіант доповнення до умови розглядуваної задачі про катер, яке б допомогло учням вчитися прогнозувати деякі властивості шуканої відповіді. Воно може бути таким:

1) Очевидно, що за відсутності течії мала б виконуватися рівність $t_3=t_1$, тобто для катера шлях від Б до А займав би стільки ж часу, що і від А до Б. При якому співвідношенні t_1 і t_2 відповідь задачі буде прямувати до t_1?

2) Очевидно, що власна швидкість катера (відносно води і, відповідно, плота) має бути більшою за швидкість течії, щоб він зміг повернутися до пункту А. Які обмеження на відношення

$\frac{t_1}{t_2}$ накладає вимога повернення катера, якщо припустити, що час на зворотний шлях t_3 може бути набагато більшим за t_1? При якому відношенні $\frac{t_1}{t_2}$ час t_3 прямуватиме до нескінченності?

3) У скільки разів власна швидкість катера має бути більшою за швидкість течії, щоб час на зворотний шлях становив t_2, тобто дорівнював часові, за який пліт пройшов відстань від А до Б? У скільки разів у цьому випадку швидкість катера, що йде за течією, відносно берега буде більша за швидкість плота? Як при цьому t_1 виразити через t_2?

Такі розгорнуті доповнення допомагають учням прослідкувати за рухом думки під час вибору тих чи інших окремих та граничних випадків, які має сенс розглянути, щоб мати попередню інформацію про очікувану кінцеву відповідь вихідної задачі для її тестування на можливу хибність.

Які ж висновки мають бути зроблені щодо виразу t_3 через t_1 і t_2? Коротко їх можна подати так:

1) Якщо $t_1 << t_2$ (або $\frac{t_1}{t_2} \to 0$), то $t_3 \to t_1$.

2) Відповідь матиме сенс, коли $t_2 > 2t_1$, причому, якщо $\frac{t_1}{t_2} \to 0{,}5$, то $t_3 \to \infty$.

3) Якщо у правильну відповідь замість t_1 підставити $\frac{t_2}{3}$, то маємо одержати, що $t_3 = t_2$.

Як свідчить досвід, такої інформації про кінцеву формулу в розв'язанні розглянутої задачі буває достатньо, щоб відкинути всі хибні відповіді, запропоновані учнями. Треба наголосити,

що проходження формулою тестування на окремі та граничні випадки не гарантує її правильності, але така перевірка дає можливість досить швидко (коли відповідні навички достатньо сформуються) помічати значну частку помилок і своєчасно виправляти їх.

Ми навмисно так докладно зупинилися на одному прикладі, щоб продемонструвати той темп роботи, який є доцільним на перших заняттях з формування вміння прогнозувати властивості відповіді фізичної задачі. Поступово час на розгляд кожної наступної задачі буде скорочуватися, а необхідні доповнення до тексту умови задачі стануть не такими розгорнутими. Але на першому етапі головне — створити установку в *кожного* учня на те, що йому потрібно навчитися *самостійно* оцінювати результати своєї діяльності. Крім того, *кожен* має відчути, що цього *можна* навчитися.

Швидкість просування у цій справі дуже відрізняється у різних учнів. Тому треба мати напоготові вправи, які диференційовані за складністю. Наш досвід свідчить, що формування вміння, про яке йдеться, вимагає від багатьох учнів кардинальної перебудови їхніх поглядів на навчання. Вони вперше стикаються з тим, що їм пропонують *самостійно* підготувати засоби для *самоконтролю*. Раніше самоконтроль асоціювався в них з порівнянням з “правильною” відповіддю, з перевіркою одиниць вимірювання, з підстановкою кінцевої відповіді у вихідні рівняння. А тепер їм пропонують *перед* тим, як розв’язувати задачу, подумати, що чекати від кінцевої відповіді, щоб *потім* перевірити її на наявність спрогнозованих властивостей. До цього треба психологічно звикнути, не кажучи вже про відпрацювання відповідних навичок.

Математична частина вміння перевіряти відповідь фізичної задачі на граничні випадки теж потребує окремої уваги, особливо, враховуючи недостатню підтримку шкільного курсу фізики з боку математики, якщо вона викладається за діючими

нині програмами [3]. Зараз ми зробимо лише одне зауваження, що безпосередньо торкається так докладно розглянутого нами прикладу.

Той самий граничний випадок, який практично ніколи не викликає ускладнень у процесі прогнозування однієї з властивостей відповіді (якщо $t_1 << t_2$, то $t_3 \to t_1$), для багатьох учнів виявляється важким, коли треба зробити необхідні математичні перетворення кінцевої формули, щоб упевнитися, що вона витримує відповідну перевірку. Правильна відповідь ($t_3 = \frac{t_1 t_2}{t_2 - 2t_1}$) містить як добуток t_1t_2, так і різницю $t_2 - 2t_1$ двох величин, одна з яких у цьому граничному випадку набагато менша за іншу. Часто учні, які щойно розпочали вчитися відповідних математичних дій, "відкидають" малу величину як у знаменнику, так і у чисельнику кінцевої формули, навіть не звертаючи уваги на те, що після таких маніпуляцій не буде збігатися розмірність у правій та лівій частинах формули. Зіткнувшись з подібними діями, учителю фізики треба не пошкодувати часу і вивести учнів навідними запитаннями і додатковими завданнями на правильне розуміння того, як поводитися у подібних випадках. Якщо просто сказати, що тут можна "відкидати" малу величину, а там не можна, то наступного разу знайдеться такий, хто зробить усе навпаки і при цьому буде всіх запевняти, що саме так його навчили на уроці фізики.

Тільки тоді, коли учні візьмуть на себе відповідальність за результати своїх дій, а не будуть перекладати її на тих, хто їх навчає і за своїми службовими обов'язками має оцінювати їхню роботу, можна сподіватися на те, що у них будуть успіхи у вивченні фізики. А щоб свідомо взяти на себе відповідальність за свої дії, вони мають навчитися самостійно будувати засоби самоконтролю. І витратити вчителю на це певний час на своїх

уроках незрівнянно корисніше, ніж намагатися “вичитати” весь програмний матеріал шкільної фізики, вперто не звертаючи уваги на те, що учні, які не навчилися себе контролювати, все одно не просуваються у вивченні фізики. Весь матеріал, який вони пройшли, дуже швидко перетворюється в таку мішанину, в якій вони не в змозі розібратися. З іншого боку, учні, в яких сформовані навички критичного мислення, здатні свідомо засвоїти і той матеріал, який є у підручнику, а на уроці взагалі не “вичитувався”.

Вправи на прогнозування властивостей відповідей фізичних задач не тільки сприяють розвиткові здібності критично оцінювати результати власної діяльності, — вони допомагають будувати раціональний план розв’язування вихідної задачі. Дійсно, виконуючи вправу на прогнозування, учень заглиблюється в умову задачі та проводить її аналіз. Той самий аналіз, необхідність якого визнають усі методисти, але конструктивних вказівок щодо його проведення фактично не дають.

Повертаючись до розглянутої задачі, можна сказати, що попередня робота з прогнозування властивостей її відповіді дає можливість учням збагнути, що має сенс увести позначення для швидкостей та відстані між пунктами *А* і *Б*, а потім записати умову такими рівняннями, щоб при розв’язуванні отриманої системи було легко позбутися додатково введених величин. Наприклад, так:

$$\begin{cases} \dfrac{S}{t_1} = \upsilon_0 + \upsilon_2, & (1) \\ \dfrac{S}{t_3} = \upsilon_0 - \upsilon_2, & (2) \\ \dfrac{S}{t_2} = \upsilon_2. & (3) \end{cases}$$

Такий запис системи дозволяє одразу перейти до рівняння, яке не містить уведених величин:

$$\frac{1}{t_1}-\frac{1}{t_3}-\frac{2}{t_2}=0.$$

Для цього потрібно лише "відняти" від рівняння (1) рівняння (2) і подвоєне рівняння (3), а потім скоротити на S. З останнього рівняння без проблем отримуємо вираз для t_3 через t_1 і t_2.

Зауваження щодо раціонального запису системи рівнянь, а також методів швидкого, практично усного її розв'язування дуже важливі, бо відсутність в учнів відповідних навичок може суттєво обмежувати їхні успіхи у вивченні фізики.

Зрозуміло, що після перших кроків у формуванні вміння прогнозувати властивості відповідей фізичних задач потрібні й наступні.

Література:

1. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики / За ред. І.М. Гельфгата. — Харків: Гімназія, 2002. — 104 с.

2. Мінаєв Ю. Технологізація процесу формування вміння розв'язувати фізичні задачі // Фізика та астрономія в школі. — 2004. — № 2. — С. 25-30.

3. Швець О., Бойко Л. Міжпредметні зв'язки математики і фізики: стан, проблеми, перспективи // Фізика та астрономія в школі. — 2002. — № 6. — С. 21-25.

ЗАВИСИМОСТЬ ФОРМЫ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБЛАКОВ ОТ КВАНТОВЫХ ЧИСЕЛ: РАЗНОЧТЕНИЯ В УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ[12]

О.А. Марченко, Ю.П. Минаев

В одном из известных учебников общей химии есть пункт, специально посвященный интересующему нас вопросу. Он озаглавлен так: “Орбитальное квантовое число. Формы электронных облаков” [1, с. 76]. В самом начале этого пункта указывается, что форма электронного облака не может быть произвольной: “...она определяется орбитальным квантовым числом *l*”. В следующем пункте указывается, что “...и ориентация электронного облака не может быть произвольной: она определяется значением так называемого магнитного квантового числа *m*” [1, с. 82]. Там же приведены иллюстрации, отражающие формы и расположение в пространстве электронных облаков, соответствующих 1*s*-, 2*p*- и 3*d*-орбиталям. В дальнейшем тексте указывается, что значение главного квантового числа *n* существенно не отражается на форме электронных облаков. Автор другого учебника химии [2] приводит те же иллюстрации, но значение главного квантового числа вообще не указывает. Речь идет о *s*-, *p*- и *d*-орбиталях безотносительно к номеру энергетического уровня.

По мнению авторов указанных учебных пособий *p*-орбитали (l=1) выглядят примерно так, как показано у нас на рис. 1. Три различные ориентации электронных облаков соответствуют трем значениям магнитного квантового числа ($m=1$, $m=-1$,

[12] ***Статья опубликована в сборнике научных трудов Национальной металлургической академии Украины*** (Теорія та методика навчання математики, фізики , інформатики: Збірник наукових праць. Випуск V: В 3-х томах. — Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2005. — Т.2: Теорія та методика навчання фізики. — С. 227-234).

$m = 0$). Однако, лишь в [3] мы смогли обнаружить более конкретные указания на то, какое именно расположение облака соответствует определенному магнитному числу, а именно: при $m = 1$ “гантель” электронного облака располагается вдоль оси X, при $m = -1$ — вдоль оси Y, а при $m = 0$ — вдоль оси Z [3, с. 38]. Авторы этого пособия указывают на равноправность осей X, Y и Z. Именно этой равноправностью они объясняют три возможные ориентации одинаковых по форме электронных облаков *p*-орбиталей.

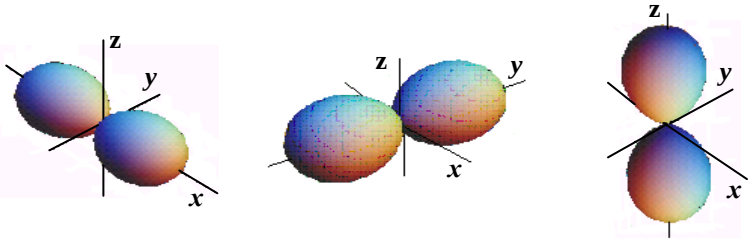


Рис. 1

На рис. 2 приведены иллюстрации, подобные тем, которые авторы учебников химии [1; 2] предлагают для демонстрации формы и ориентации в пространстве электронных облаков *d*-орбиталей. Нетрудно заметить, что одно из облаков имеет совершенно иную форму, нежели остальные. Это явно не соответствует утверждению о том, что орбитальное квантовое число определяет форму электронного облака.

Обратим также внимание на обозначения этих облаков: d_{zx}, d_{yz}, d_{xy}, $d_{x^2-y^2}$ и d_{z^2}. Если следовать той же логике, что и при рассмотрении *p*-орбиталей, относительно равноправности осей X, Y и Z, то непонятно, почему не существует *d* -облаков с индексами x^2, y^2, x^2–z^2 или y^2–z^2. В пособиях по химии нам не удалось найти пояснений на этот счет.

Вопрос о том, каким именно значениям магнитного квантового числа *m* соответствуют изображения на рис. 2 также

оставался открытым. Как будет показано при дальнейшем анализе, **электронные облака, соответствующие состояниям с фиксированными значениями квантовых чисел *n, l* и *m* не могут иметь форму, приведенную на рис. 1 и 2**. Изображения, представленные на этих рисунках, очень похожи на иллюстрации атомных электронных облаков из учебников химии. Но на самом деле они графически отражают результаты расчетов для принципиально другой задачи, хотя и связанной с задачей о распределении электронной плотности в атоме.

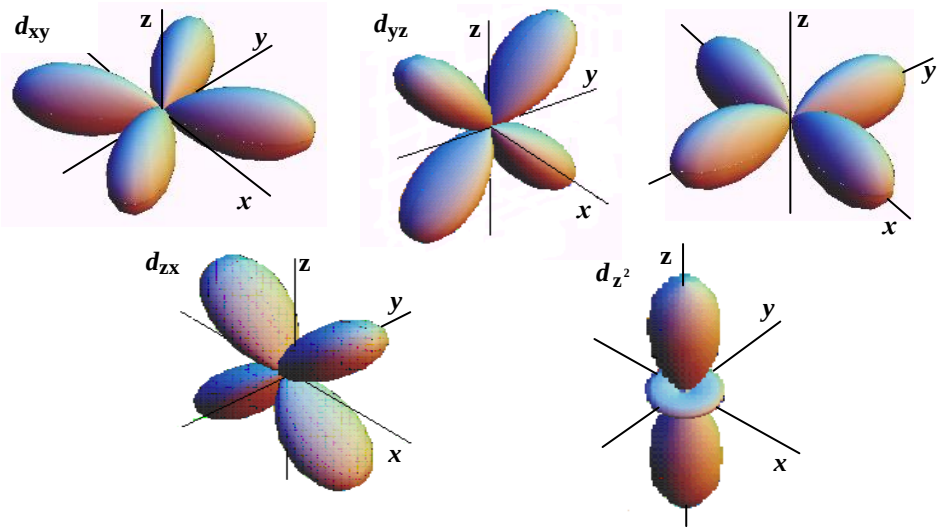


Рис. 2

Речь идет о так называемом сферическом ротаторе. Эта модельная задача изучается в курсе квантовой механики перед рассмотрением атома водорода. Полученные при ее решении так называемые шаровые (или сферические) функции $Y_{lm}(\theta, \varphi)$ используются во всех задачах со сферически симметричным потенциальным полем.

Но в задаче о ротаторе вопрос о расстоянии между частицей и началом координат не стоит: частица находится от него на

фиксированном расстоянии, т.е. может двигаться только по сфере. В связи с этим, результаты расчетов для $|Y_{lm}(\theta, \varphi)|^2$ можно наглядно представлять, откладывая значение последней функции на луче, направление которого определяется углами θ и φ сферической системы координат. В результате получается некоторая поверхность. Именно так нами были получены поверхности, соответствующие $|Y_{10}|^2$ и $|Y_{20}|^2$. Остальные поверхности получены как квадраты модулей линейных комбинаций функций вида Y_{1m} (для рис. 1) и Y_{2m} (для рис. 2).

Из квантовой механики известно, что распределение электронной плотности определяется квадратом модуля соответствующей волновой функции $|\psi_{nlm}|^2$. Воспользуемся свойствами этой функции для тех состояний, которые в водородоподобных атомах характеризуются квантовыми числами n, l и m.

Поскольку плотность вероятности обнаружить электрон в точке со сферическими координатами r, θ, φ для состояний с заданными значениями квантовых чисел n, l, m не зависит от угла φ, наглядное представление о поведении этой функции во всем трехмерном пространстве можно получить по ее значениям в точках любой плоскости, содержащей ось Z. Для формирования зрительного образа электронного облака можно поставить в соответствие плотности вероятности обнаружить электрон в некоторой точке пространства степень зачернения рисунка, чтобы он был более темным при тех значениях r и θ, при которых квадрат модуля волновой функции $|\psi_{nlm}|^2$ больше.

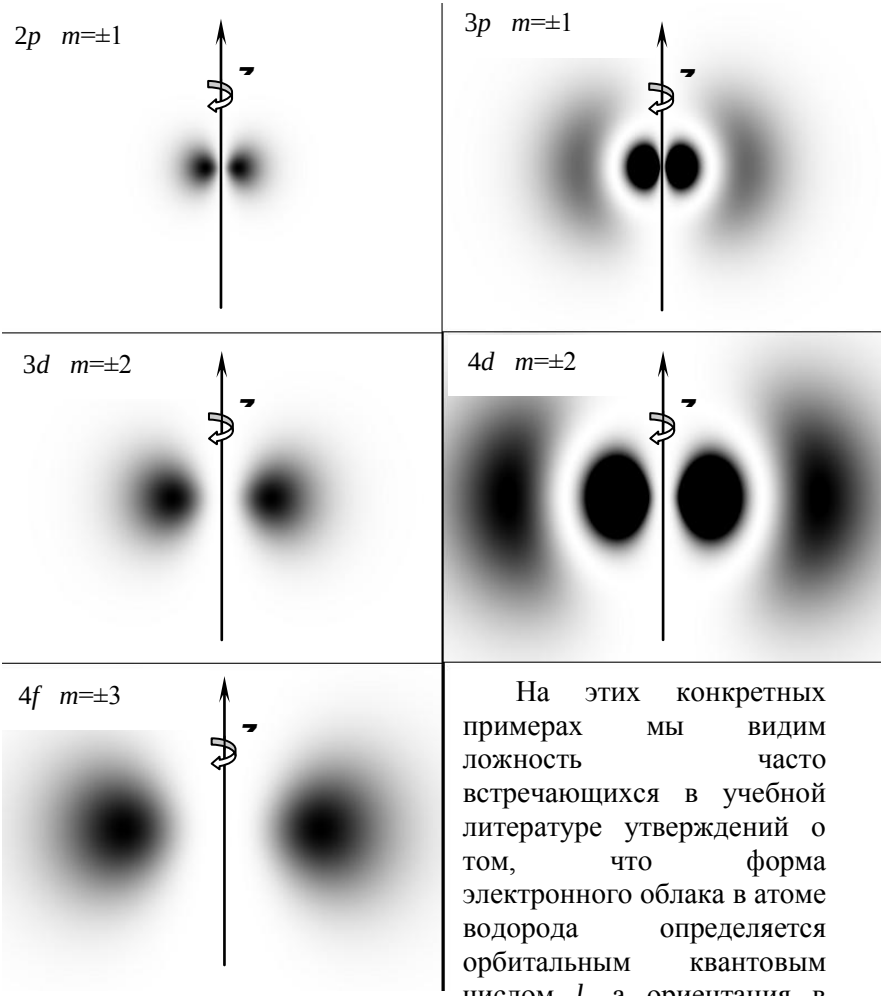
Конечно, из таких рисунков нельзя будет получить точной количественной информации об “электронной плотности” в различных точках пространства, но они могут дать правильные представления на качественном уровне, которого вполне достаточно для целей нашей статьи. Мы хотели на конкретных примерах продемонстрировать, что можно получить очень похожие по форме электронные облака для разных значений

орбитального квантового числа l, а с другой стороны, — внешне заметно отличающиеся для состояний с одинаковым его значением.

Сравните изображения на рис. 3. В столбцах сгруппированы сечения электронных облаков, которые описываются волновыми функциями с различными значениями квантовых чисел, но во всех случаях модуль магнитного квантового числа m был равен орбитальному квантовому числу l. Как видим, в каждом из столбцов изображения электронных облаков очень похожи по форме. Левый столбец отличается от правого по так называемому радиальному квантовому числу $n_r = n - l - 1$, где n — главное квантовое число. В левом столбце $n_r = 0$, а в правом $n_r = 1$. Изображениям, расположенным на одном горизонтальном уровне, соответствуют одинаковые пары квантовых чисел l и m, но, как уже было сказано, разные значения n_r (и, соответственно, n). Стрелки на рисунке, символизирующие вращение, напоминают о том, что изображения сечений электронных облаков для фиксированных значений квантовых чисел n, l, и m не будут изменяться при повороте на любой угол вокруг оси Z.

Как будут выглядеть так называемые граничные поверхности, о которых пишут в учебниках химии, когда речь заходит о форме и ориентации в пространстве электронных облаков, для случаев, представленных нами на рис. 3? Легко сообразить, что для состояний с $n_r = 0$ и $|m|=l$ (левый столбец) граничные поверхности будут иметь торообразную форму. В случае же состояний с $n_r = 1$ и $|m|=l$ (правый столбец) граничные поверхности будут напоминать два тора с общей осью. Правда, большой “тор” будет образован при вращении вокруг оси Z замкнутой линии, весьма слабо напоминающей окружность.

Отметим, что похожие рисунки для сечений распределения “электронной плотности” приведены в “Фейнмановских лекциях” [4] и “Атомной физике” Макса Борна [5].



На этих конкретных примерах мы видим ложность часто встречающихся в учебной литературе утверждений о том, что форма электронного облака в атоме водорода определяется орбитальным квантовым числом *l*, а ориентация в пространстве — магнитным квантовым числом *m*.

Рис. 3

Общий вид электронного облака для состояния с заданными значениями *n*, *l*, *m* определяется наличием и формой так

называемых узловых поверхностей, где квадрат модуля волновой функции $|\psi_{nlm}(r,\theta,\varphi)|^2$ (т.е. "электронная плотность") обращается в нуль. Как известно из квантовой механики, волновая функция для водородоподобного атома в сферических координатах представляется произведением радиальной и угловой частей:

$$\psi_{nlm}(r,\theta,\varphi) = R_{nl}(r)\,Y_{lm}(\theta,\varphi).$$

К тому же, угловая часть, в свою очередь, распадается на произведение двух функций, каждая их которых зависит только от одной переменной, причем зависимость от φ очень простая:

$$\Phi_m(\varphi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im\varphi},$$

где i — мнимая единица ($i^2 = -1$). Последнее обстоятельство как раз и приводит к тому, что квадрат модуля волновой функции не зависит от φ, поскольку $\left|e^{im\varphi}\right| = 1$. Это означает, что электронные облака переходят сами в себя при повороте на любой угол вокруг оси Z. Структура же функции угла θ такова, что ее модуль определяется орбитальным квантовым числом l и модулем магнитного квантового числа m, но не его знаком. Это приводит к тому, что электронные облака состояний, отличающихся лишь знаком магнитного квантового числа неразличимы ни по форме, ни по ориентации в пространстве. Например, на 2*p*–подуровне (l=1) может быть только два типа электронных облаков (для $m = 0$ и $m = \pm 1$), а не три, как об этом пишут во многих учебниках химии. Аналогично, на 3*d*–подуровне (l=2) может быть только три типа пространственных распределений $|\psi_{32m}|^2$ (для $m = 0; m = \pm 1;\ m = \pm 2$), а не пять (по числу возможных значений m при заданном l).

Теперь должно быть понятно, что узловые поверхности, о которых шла речь, могут быть двух видов: сферы и конусы. Правда, конические узловые поверхности могут в предельных случаях вырождаться или в плоскость $z = 0$ при $\theta = \pi/2$, или в

прямую, совпадающую с осью Z при $\theta = 0$ и $\theta = \pi$. Сферические узловые поверхности имеют радиусы, определяемые корнями уравнения $R_{nl}(r) = 0$. Количество сферических узловых поверхностей равно радиальному квантовому числу n_r, которое вычисляется через n и l по упоминаемой уже нами формуле: $n_r = n - l - 1$. Сечения этих узловых поверхностей хорошо просматривается в виде светлых колец на рис. 4. Для 3*s*–состояния видны две сферические узловые поверхности (3–0–1=2), а для 4*d* — одна (4–2–1=1). Угловое распределение "электронной плотности" определяется в основном тем, как сильно $|m|$ отличается от своего возможного максимального значения, т.е. от l.

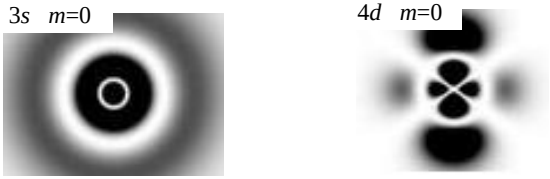


Рис. 4

На рис. 3 был рассмотрен случай, когда $|m|=l$. Максимально возможный $|m|$ при заданном l соответствует максимально возможному значению модуля проекции момента импульса электрона на ось Z (напомним, что $L_z = m\hbar$) при заданном значении квадрата момента импульса ($L^2 = \hbar^2 l(l+1)$). Для создания максимально возможного модуля проекции на ось Z электрону приходится двигаться как можно дальше от этой оси. И это хорошо видно на рисунке.

Если $m = 0$, то проекция момента импульса на ось Z равна нулю, и для $l \geq 1$ электронное облако преимущественно вытянуто вдоль оси Z (см. рис. 5).

Рис. 5

Если $|m|$ принимает промежуточные значения между 0 и l, то направления (по θ) максимальной электронной плотности тоже имеют промежуточные значения (см. рис. 6).

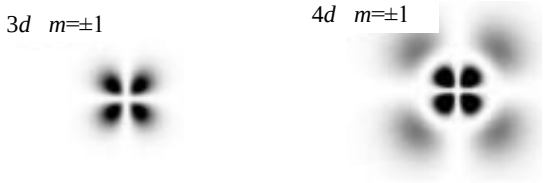


Рис. 6

Тот факт, что положение и количество конических узловых поверхностей (а значит, и форма электронных облаков) зависит не только от l, но и от m, хорошо иллюстрируется примером 4f–состояний (см. рис. 7).

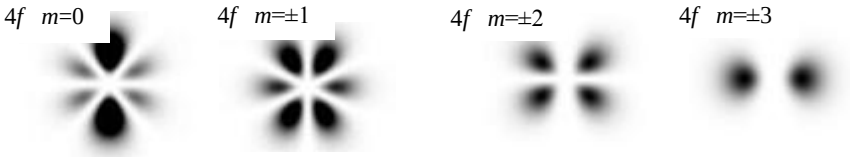


Рис. 7

Необходимо специально подчеркнуть, что речь шла о форме электронных облаков таких состояний водородоподобного атома, в которых имеют вполне определенные значения три физические величины: энергия, квадрат момента импульса и проекция момента импульса на заранее выделенное направление (на ось Z). Именно эти величины в теории Шредингера для атома водорода жестко связаны с соответствующими квантовыми числами n, l и m.

Всякие другие возможные состояния могут описываться

волновыми функциями, которые можно представить в соответствии с принципом суперпозиции в виде линейной комбинации функций ψ_{nlm}, являющихся собственными функциями одновременно трех операторов: $\hat{H}$, $\hat{L}^2$, $\hat{L}_z$.

В частности, если некоторое состояние описывается волновой функцией, которая является собственной функцией операторов: $\hat{H}$, $\hat{L}^2$, $\hat{L}_{z'}$, где $\hat{L}_{z'}$ — оператор проекции момента импульса на некоторую ось Z′, не совпадающую с Z, то соответствующее электронное облако будет иметь в качестве оси вращения ось Z′. Тем не менее указанную волновую функцию можно будет разложить по “старому” базису волновых функций, причем квадраты модулей коэффициентов такого разложения будут отвечать за вероятности обнаружить соответствующие значения проекции момента импульса на “старую” ось Z.

Таким образом, в статье речь шла только об электронных облаках, соответствующих некоторым базисным волновым функциям, которые являются собственными для трех вполне определенных операторов. В этих состояниях имеются вполне определенные значения трех физических величин, которые образуют, как говорят в квантовой механике, полный набор. Если мы будем рассматривать произвольные линейные комбинации базисных функций (ограничиваясь лишь условиями нормировки), то можно получать электронные облака, не имеющие оси вращения.

В заключение авторы выражают благодарность ученику 10 класса ЦОМ №5 г. Запорожья Глебу Минаеву за создание компьютерной программы, позволившей выполнить иллюстрации к нашей статье, которые приведены на рис. 3-7.

Литература:

1. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. – 22-е изд., исправленное / Под ред. Рабиновича В.А. – Л.: Химия, 1982. – 720 с.

2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов. / Н.С. Ахметов. – 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. – 743 с.

3. Пиментел Г., Спратли Р. Как квантовая механика объясняет химическую связь. – М., 1973. – 332 с.

4. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции. Вып. 8, 9. – М., 1978. – 524 с.

5. Борн М. Атомная физика. – М., 1970. – 484 с.

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ ПОВЕРНЕННЯ ПОНЯТЬ ТЕНЗОРА ІНЕРЦІЇ І ЕЛІПСОЇДА ІНЕРЦІЇ ДО НАВЧАЛЬНИХ ПОСІБНИКІВ З ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ УКРАЇНСЬКИХ ВИШІВ[13]

І.П. Кенєва, О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв

Дослідження, про окремі результати якого йтиметься у статті, було здійснене нами для з'ясування причин тих непорозумінь, які виникли під час обговорення одного, здавалося б, суто методичного питання, яке стосувалося технології вивчення теоретичного матеріалу з механіки учнями фізико-математичних шкіл [5].

Дійсно, за своїм формальним змістом питання виглядало як методичне: у скалярній чи векторній формі записувати рівняння динаміки обертального руху твердого тіла для учнів профільних фізико-математичних класів? Ми пропонували залишити традиційну для підручників, орієнтованих на учнів класів з поглибленим вивченням фізики [11; 12], скалярну форму, аргументуючи це тим, що розглядатиметься лише обертання навколо нерухомої осі. А у цьому випадку описати рух твердого тіла можна за допомогою виключно скалярних величин.

Ситуація деякою мірою аналогічна тій, яка складається при вивченні поступального руху тіла, якщо розпочинати його розгляд з випадку руху вздовж прямої лінії, як це робилося у відомих і визнаних підручниках (див., наприклад, [8-12]). Для прямолінійного руху не має сенсу писати рівняння у векторній формі. У цьому випадку напрямок, наприклад, швидкості цілком визначається, якщо її значення характеризують дійсним числом,

---

[13] ***Стаття опублікована у збірнику статей Чернігівського державного педагогічного університету*** (Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 65. Серія: педагогічні науки: — Чернігів: ЧДПУ, 2009. — С. 227-230).

яке може бути не лише додатним, а й від'ємним. На прикладі прямолінійного руху є можливість ознайомити учнів з фізичним змістом таких важливих математичних понять як похідна і первісна та навчити користуватися ними хоча б у нескладних випадках. А потім, переходячи до поступального руху у тривимірному просторі, можна досить швидко узагальнити результати, отримані під час розгляду прямолінійного руху, користуючись тим, що векторні величини (радіус-вектор, швидкість, прискорення, сила, імпульс) можуть бути представлені трьома своїми скалярними компонентами (проекціями на осі координат), а правила додавання, множення на число, диференціювання та інтегрування векторних величин легко пояснити через відповідні правила для скалярних.

Дехто вважає, що вектор як математичне поняття значно простіше за похідну та первісну (особливо, якщо врахувати послідовність вивчення цих понять за шкільною програмою з математики). До того ж важливо навчити учнів розрізняти скалярні й векторні фізичні величини. Тому треба одразу вводити швидкість поступального руху як векторну величину, щоб у подальшому не було плутанини. Щоправда, плутанина все ж таки виникає. Після введення середньої швидкості як відношення переміщення тіла до часу, за який воно відбувається, доводиться визнавати, що так уведена середня швидкість не завжди підходить для опису руху, і треба вводити так звану середню *шляхову* швидкість [1, с. 20], що є скалярною величиною, яка не співпадає у загальному випадку ані з модулем середньої швидкості, ані з її проекцією на якусь координатну вісь. До того ж, часто, пояснюючи "векторність" швидкості й переміщення, розглядають такий рух, який можна було б назвати *кусково-рівномірним*. А потім учні та студенти на запитання про *принципову* можливість для матеріальної точки рухатися зі сталою за модулем швидкістю вздовж ламаної часто дають позитивну відповідь, забувши про те, що матеріальна

точка має інерційні властивості.

Але подібні проблеми виглядають дріб'язковими у порівнянні з тими, які виникають у випадку обертального руху твердого тіла, якщо намагатися записувати рівняння одразу у векторній формі. Тут треба звернути увагу на те, що йдеться про динаміку твердого тіла, а не матеріальної точки. У випадку розгляду руху матеріальної точки для пояснення "векторності" кутової швидкості, моменту імпульсу та моменту сили потрібно ввести лише одне нове для учнів математичне поняття — векторного добутку (якщо, звичайно, закрити очі на те, що тут ми маємо справу не зі звичайними векторами, а з псевдовекторами або аксіальними векторами). У випадку ж динаміки обертального руху твердого тіла для коректного запису у векторній формі зв'язку між моментом імпульсу і кутовою швидкістю виникає потреба ще в одному математичному понятті — тензорі. Навіть, якщо записувати цей зв'язок у координатній формі, то координатне зображення так званого тензора інерції має вигляд симетричної матриці третього порядку. Елементи цієї матриці називають моментами інерції тіла відносно прямокутної системи координат, причому три діагональних елементи — осьовими моментами, а інші — відцентровими. Оскільки матриця за своїм фізичним змістом виявляється симетричною, незалежних відцентрових моментів інерції лише три, а всього незалежних елементів матриці для обраної системи координат — шість.

У читача може виникнути запитання: для чого про загальновідомі речі писати у науково-методичній статті, якщо про це все можна прочитати у будь-якому підручнику із загальної фізики? Виявилося, що не у будь-якому. Дослідження показало, що у багатьох посібниках з фізики, які вийшли друком останнім часом і орієнтовані на студентів українських вишів, узагалі не розглядаються такі поняття, як тензор інерції і еліпсоїд інерції.

Тепер виникає інше природне запитання: до яких наслідків, з точки зору розуміння студентами фізики, призводить цей, здавалося б, безвинний крок сучасних авторів, пов'язаний із вилученням названих понять із навчальних текстів, присвячених динаміці обертального руху твердого тіла?

Саме з'ясуванню, хоча б частковому, відповіді на це питання і присвячена наша стаття. Оскільки відповідь нам уже відома, можемо сказати, що ***завдання цієї статті*** ми вбачаємо в обґрунтуванні необхідності повернення названих уже фізичних (і відповідних математичних) понять у навчальні тексти. Йдеться саме про повернення, бо приклади якісного викладу відповідного матеріалу давно існують [6-9].

На жаль, розглядуване, здавалося б, суто методичне питання має соціально-політичне забарвлення. Як показало наше дослідження, хвороба, про яку йдеться, особливо вразила україномовні видання, причому не лише друковані, а й електронні. Отож, ***актуальність*** окресленої проблеми виходить далеко за межі методики фізики, а її розв'язання вимагає не лише науково-методичного обґрунтування, а й певних рішень у галузі освітньої політики на загальнодержавному рівні. Але повернемося до фізики та методики її викладання.

Якщо обмежуватися розглядом обертання твердого тіла навколо нерухомої осі та не цікавитися силами і моментами сил, з якими діє тіло на вісь обертання, то, як ми вже зазначали, для опису руху цілком вистачає скалярних величин. Щоправда, при цьому так само, як і при одновимірному прямолінійному русі, відповідним величинам треба дозволити приймати від'ємні значення. Для опису цього важливого, але все ж таки окремого випадку обертання твердого тіла навіть уведені спеціальні величини з відповідними назвами. Замість векторних величин моменту сили і моменту імпульсу, визначення яких пов'язується з певною нерухомою *точкою* (центром, полюсом), уводять скалярні величини — момент імпульсу і момент сили *відносно*

осі (див., наприклад, [8; 9]).

Як виявляється, ці скалярні величини є не чим іншим, як проекціями на вісь обертання відповідних векторних величин, які визначені відносно точки, що належить цій осі. Незважаючи на цей факт, для них використовують спеціальні терміни. На наш погляд, це пов'язано саме з тим, що легше безпосередньо вивести необхідні рівняння руху для цих скалярних величин, аніж розтлумачувати загальні рівняння, а потім розглядати обертання навколо нерухомої осі як окремий випадок. Важливим є і те, що для скалярних величин можна коректно провести аналогію між двома одновимірними рухами — поступальним уздовж прямої та обертальним навколо нерухомої осі. Аналогом маси буде виступати момент інерції тіла відносно осі обертання.

Що ж до аналогії між поступальним рухом і обертальним для векторних величин, то вона не така прозора. Принципове ускладнення полягає у тому, що на відміну від поступального руху, де вектори швидкості та імпульсу завжди спрямовані в один бік, бо маса є додатною скалярною величиною, напрямки векторів кутової швидкості та моменту імпульсу у загальному випадку не співпадають, а тому не можуть бути пов'язані між собою за допомогою скалярної величини, яка б виступила аналогом маси. Необхідно мати більш складний за своїм *математичним змістом* об'єкт. Саме його і називають тензором інерції.

І якщо такі скалярні величини, як момент імпульсу і момент сили *відносно осі обертання*, є "просто" проекціями відповідних векторних величин, визначених відносно однієї з точок цієї осі, то з моментом інерції і тензором інерції ситуація дещо складніша. Якщо обертання відбувається навколо однієї з координатних осей, момент інерції відносно осі обертання буде співпадати з відповідним діагональним компонентом тензора. У протилежному випадку, момент інерції відносно осі обертання

буде обчислюватися за не дуже простою формулою через компоненти тензора інерції та кути між віссю обертання і координатними осями. Крім того, самі компоненти тензора інерції тіла, на відміну від маси і моменту інерції відносно осі обертання, залежать від обраної системи координат. Отже, часто виявляється незрівнянно легше безпосередньо обчислити момент інерції тіла відносно осі обертання, аніж мати справу з тензором інерції.

Саме такі міркування спонукали нас відмовитися у шкільному курсі фізики (навіть при поглибленому її вивченні) від запису рівнянь динаміки обертального руху твердого тіла у *векторній* (правильно — *тензорній*) формі. Натомість ми пропонували зосередити увагу учнів на цікавих прийомах, які дозволяють у багатьох важливих випадках обчислювати моменти інерції тіл відносно осі майже усно, залишивши поняття тензора інерції, а разом з ним і купу інших пов’язаних з ним понять, на університетський курс фізики [4].

Викладене вище здавалося нам настільки очевидним, що ми і не намагалися раніше писати про це у більш-менш розгорнутому вигляді. Але ті непорозуміння, про які згадувалося на початку статті, змусили нас шукати причини того, чому для наших опонентів не було так само, як і для нас, очевидним те, що у шкільному курсі краще обмежитися скалярною формою рівнянь динаміки обертального руху твердого тіла, якої цілком достатньо для випадку нерухомої осі обертання. Не одразу, але виникла гіпотеза, що, може, вони вчили фізику за іншими підручниками, ніж ті, на які орієнтувалися ми [6-10].

Звернувшись до бібліотеки, ми знайшли чималу кількість посібників з фізики, які були рекомендовані Міністерством освіти і науки України для студентів наших вишів. Може, нам так не поталанило, але параграфи, що стосувалися динаміки обертального руху твердого тіла, у кожному з переглянутих

посібників із загальної фізики містили ті чи інші вади. Починаючи від грубих помилок при введенні нових фізичних понять, закінчуючи такою побудовою навчального тексту, яка з великою ймовірністю сприяє формуванню у студентів хибних уявлень щодо розглянутих там фізичних закономірностей.

Отже, проблема полягає не в тому, що існують поодинокі випадки, коли людина з вищою фізичною освітою плутається в окремих питаннях загального курсу фізики. Було б дивно, якщо б такого не спостерігалося. Більш того, дуже важко знайти університетського викладача фізики, який без попередньої підготовки міг би досконало розтлумачити будь-яке питання, якщо воно навіть не виходить за межі давно відомих підручників загальної фізики [6-9]. І це ще не велика проблема, бо перед кожною лекцією або практичним заняттям викладач має можливість повторити відповідний матеріал. А ось, коли виходить друком ціла генерація нових посібників, які вводять в оману нові покоління українських студентів, то мимоволі згадуються відомі питання: “Хто винен?” і “Що робити?”.

Для ілюстрації всієї складності ситуації нам хотілося навести досить докладний аналіз викладу однієї теми в нових українських посібниках із загального курсу фізики. Але це вивело б нас далеко за межі дозволеного обсягу статті. Тому обмежимося загальними зауваженнями без посилань на конкретні джерела.

Оскільки поняття тензора інерції відсутнє у текстах майже всіх переглянутих нами посібників, то при поясненні зв’язку між векторами моменту імпульсу і кутової швидкості твердого тіла, виникають певні проблеми. Були випадки, коли момент імпульсу вводився як добуток моменту інерції (скалярної величини) та кутової швидкості, і напрямки цих векторів, зрозуміло, вважалися однаковими. В текстах інших посібників до висновку про однаковість напрямків вказаних векторів приходять за рахунок міркувань з порушеною логікою. Але все

ж таки у деяких посібниках вказується, що вектори моменту імпульсу тіла і кутової швидкості можуть, у загальному випадку, не співпадати за напрямком. Але питання про те, як знайти кут між ними, залишалося без відповіді. Спроби вказати, у якому випадку момент імпульсу все ж таки співпадає за напрямком з кутовою швидкістю, теж не можна вважати вдалими, бо автори обмежуються лише випадком тіл, які обертаються навколо власної осі симетрії. Про існування *головних осей інерції* нічого не говориться. І навіть у підручнику, де виписані компоненти тензора інерції, текст не позбавлений певних недоліків, яких, можливо, і не було б, якщо б автори спробували унаочнити отримані співвідношення за допомогою еліпсоїда інерції, і самі б помітили помилки, яких вони припустилися.

У сучасних умовах студенти все більше і більше користуються під час опрацювання навчального матеріалу можливостями мережі Інтернет. Особливою популярністю користується електронна енциклопедія — Вікіпедія — де зібрані статті з різних галузей знань. Ми переглянули інформацію, яка стосується понять моменту інерції та моменту імпульсу, подану українською, російською та англійською мовами.

У статтях *українською мовою* є згадка про тензор інерції, та його зв’язок з іншими фізичними величинами — моментом імпульсу тіла та кінетичною енергією. Але відповідні формули містять помилки. Відсутня інформація про еліпсоїд інерції. Розглядається поняття моменту імпульсу відносно точки. Зв’язок між моментом імпульсу та вектором кутової швидкості у загальному випадку записаний неправильно.

У статтях *російською мовою* вводяться поняття осьових та відцентрових моментів інерції. Розглядаються поняття тензора та еліпсоїда інерції. Існує навіть окрема стаття, присвячена тензору інерції та його властивостям. В одному реченні згадується про момент імпульсу відносно осі, а далі мова йде

лише про момент імпульсу відносно точки. Виділяється випадок, коли тіло обертається навколо однієї з *головних осей інерції*. У загальному випадку зв'язок між вектором моменту імпульсу та вектором кутової швидкості записаний за допомогою *оператора* моменту інерції.

У статтях *англійською мовою* послідовно розглядаються момент інерції відносно осі, тензор інерції та його властивості. Характерною рисою є наявність великої кількості математичних формул, що стосуються розглядуваних питань. Формули написані правильно.

І знову порівняння не на користь україномовного видання. Як же могло таке статися, що ключові поняття динаміки обертального руху твердого тіла, без яких навіть не можна сказати, куди все ж таки спрямований вектор моменту імпульсу, просто "випали" з багатьох українських курсів загальної фізики? Одна з причин, на нашу думку, пов'язана з організаційними проблемами освітянської галузі, які треба розв'язувати на рівні МОНУ. Якщо раніше існували загальнодержавні навчальні програми з обов'язкових дисциплін, то зараз ми маємо галузеві стандарти вищої освіти, які не "опускаються" до таких "дрібниць", як окремі поняття, що мають бути засвоєні студентами відповідних напрямків підготовки. Цим фактично дозволяється кожному викладачеві складати програму курсу на свій розсуд. Більше того, якість роботи навчального закладу, факультету, кафедри і окремого викладача оцінюють, серед іншого, за кількістю виданих посібників. Особливо цінуються ті, що з грифом Міністерства освіти і науки України. З'явилася навіть вимога для всіх, хто претендує на отримання вченого звання доцента, обов'язково видати навчальний посібник з грифом МОНУ. Ось і видають… Причому у дуже стислі терміни.

Зараз, коли кількість аудиторних годин у вишах катастрофічно скоротилася, студенти мали б більше займатися

самостійною роботою, зокрема читаючи добротно підготовлені підручники з вичитаними докладними текстами. Натомість вони отримують для опрацювання нашвидкуруч набрані тексти лекцій, розроблених за скороченою на власний розсуд лектора програмою. І більша частина студентства користується саме посібниками, що видали їхні викладачі, бо відомо, кому доведеться здавати іспити. Та й мовні проблеми в Україні вже існують. Але справа перекладу кращих світових зразків навчальної літератури на українську мову ще й досі не налагоджена. Саме легального перекладу, а не плагіату! Існують лише поодинокі приклади. Принагідно хотілося б сказати слова вдячності перекладачам сучасного підручника з класичної механіки Г. Іро [2]. Цей подарунок україномовним студентам зробили Р. Ґайда і Ю. Головач, а редактором перекладу був І. Вакарчук, який на той час ще не очолював Міністерство освіти і науки. Не будемо стверджувати, що ця книжка ідеальна, але у параграфах, присвячених динаміці обертального руху, нам не вдалося знайти помилок, розповсюджених в україномовних виданнях останніх років.

Звичайно, хотілося б мати гарні підручники не лише написані українською мовою, а й українських авторів, але треба визнати, що справа створення якісного підручника дуже і дуже непроста. Щоб це зрозуміти, можна хоча б перечитати передмову до першого тому Берклєєвського курсу фізики [3], на обкладинці якого всього три автори, але людей, які надавали їм суттєву допомогу, принаймні у декілька разів більше, не кажучи вже про державну фінансову підтримку.

В Україні, на жаль, поки що зовсім інші реалії. А тим часом, рівень підготовки українських студентів з фізики катастрофічно падає. Автори статті мали можливість упевнитися в цьому на власні очі, займаючись у 2008 році проведенням ІІ (загальнодержавного) етапу Всеукраїнської студентської олімпіади зі спеціальності “фізика”.

Ми не випадково згадали про олімпіаду, бо для участі в ній університети відрядили своїх кращих студентів-фізиків. А завдання, які ми їм запропонували, були такими, що з більшістю з них мали впоратися учні фізико-математичних шкіл. Але багатьом учасникам студентської олімпіади вони виявилися не під силу.

Дехто з викладачів (ми і себе відносимо до такої категорії) виправдовують скорочення навчальних програм зменшенням часу на аудиторні заняття, а головне — суттєвим зниженням за останнє десятиріччя рівня шкільної підготовки абітурієнтів з фізики і математики. Але від цих негараздів не мають страждати ті студенти, як би мало їх не було, у кого є необхідні природні здібності, належна шкільна підготовка та бажання отримувати вищу освіту, а потім і працювати в Україні.

І якщо не реально орієнтуватися на них під час проведення лекцій і семінарів, то треба хоча б забезпечити їх якісними навчальними матеріалами, щоб вони мали можливість займатися самостійно. Є пропозиція залучити таких студентів до перекладу на українську мову кращих світових зразків навчальної літератури. І їм корисно буде, і державі. І звичайно, не можна їх залишати без необхідного для фізиків математичного апарату.

Слід зауважити, що використання відповідних математичних понять під час викладу навчального матеріалу з динаміки обертального руху твердого тіла дозволяє уникнути багатьох помилок. Необхідна математика не така вже і складна. Як ми вже згадували, тензор інерції може бути зображений квадратною матрицею третього порядку. Властивості матриць та операції над ними вивчаються у курсі “Аналітична геометрія та лінійна алгебра”. Там же розглядаються питання про поверхні другого порядку. Це дозволяє у курсі загальної фізики ввести поняття еліпсоїда інерції, яке значно полегшує розмірковування про обертальний рух твердого тіла. Ще раз наголосимо на тому,

що питання існування та пошуку головних осей інерції, знаходження моменту інерції відносно будь-якої осі тощо, з математичної точки зору, не виходять за рамки вже названого курсу. Отже, студенти матимуть змогу застосувати здобуті математичні знання на практиці, щоб не з'являлося відчуття їх "відірваності" від фізичного матеріалу.

Найближчим часом ми плануємо створити комп'ютерний навчальний засіб (на зразок описаного в [4]), користуючись яким, принаймні найбільш здібні студенти змогли б практично самостійно, спираючись на знання з аналітичної геометрії та лінійної алгебри, отримати важливі фізичні результати, що стосуються динаміки обертального руху твердого тіла.

Література:

1. Генденштейн Л.Э. Физика. 9 класс: учебное пособие. – Харьков: Гимназия, Ранок, 2000. – 240 с.
2. Іро Г. Класична механіка / Пер. з нім. Ґайда Р., Головач Ю. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 1999. – 464 с.
3. Киттель Ч., Найт У., Рудерман М. Механика. (Берклеевский курс физики. Т. 1) – Изд-е 2-е, стереотипное. Перевод с англ. М., Изд-во "Наука", 1975. – 480 с.
4. Марченко О.А., Мінаєв Ю.П. Застосування мультимедійних засобів під час уведення поняття моменту інерції тіла // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету: Серія педагогічна: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2006. – Вип. 12. – С. 285-288.
5. Марченко О.А. Створення банку завдань для перевірки засвоєння учнями теоретичного матеріалу теми "Закон збереження моменту імпульсу" // Освітнє середовище як методична проблема: збірник наукових праць / Херсонський державний університет. Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. – С. 123-124.
6. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности: Учеб. для студентов вузов / А.Н. Матвеев. — 3-е изд. — М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век»: ООО «Издательство «Мир и Образование», 2003. — 432 с.
7. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие. В 3-х т.

Т. 1. Механика. Молекулярная физика. – 3-е изд., испр. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 432 с.

8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 1. Механика. – М.: Издательство «Наука», 1974. – 520 с.

9. Стрелков П.С. Механика. – 3-е изд., переработанное. — М.: Издательство «Наука», 1975. – 560 с.

10. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т.1. — М., 1976. — 440 с.

11. Физика: Механика: 9 кл.: Учеб. для углубленного изучения физики / М.М. Балашов, А.И. Гомонова, А.Б. Долицкий и др.; Под ред. Г.Я. Мякишева. – М.: Дрофа, 1996. – 496 с.

12. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. Т.1. – М., 1974. – 496 с.

ГЛАВА 3

Языки обогащались необходимыми словами
лишь настолько, насколько обогащались они идеями.
Ж. Бернарден

МОВА ФІЗИКИ ЯК СИСТЕМА ЗНАКОВО-СИМВОЛІЧНИХ ЗАСОБІВ[14]

Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська

Серед сформульованих у програмі з фізики для середніх навчальних закладів освітніх цілей є оволодіння учнями *мовою фізики* [8]. Але який зміст вкладається у словосполучення "мова фізики"? Без відповіді на це запитання складно говорити про розробку ефективної методики, яка б сприяла оволодінню цією мовою? Тому розглянемо детальніше підходи до тлумачення поняття *мова фізики*, які зустрічаються у науково-методичній літературі.

В Україні з'явилася низка робіт [4; 12; 18; 19], у яких під мовою фізики розуміють фактично її *понятійний апарат*. Так, в одній з них звертається увага на те, що фізика, як і будь-яка конкретна наука, оперує певними поняттями, має притаманну лише їй "мову", основними елементами якої є як суто фізичні поняття — *фізичне явище, фізична величина, фізичний закон*, так і загальнонаукові — *гіпотеза, принцип, постулат, закономірність* тощо [18, с. 7]. У цій роботі стисло викладені

[14] ***Стаття опублікована у збірнику наукових праць Бердянського державного педагогічного університету*** (Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки). — №4. — Бердянськ: БДПУ, 2007. — С. 59-65).

основні поняття фізики як навчального предмета, охарактеризовані основні фізичні закони, теорії та їх взаємозв'язок, описані характерні особливості фундаментальних взаємодій. При цьому вказується, що "мовою" окремих фізичних теорій слугує відповідний математичний апарат.

Думка про те, що мовою фізики є *математика*, набула поширення ще з часів Г. Галілея. Про значення математики для фізики він писав: "Філософія написана в тій величній книзі, яка завжди відкрита в нас перед очима (я маю на увазі Всесвіт), але яку неможливо зрозуміти, якщо заздалегідь не вивчити її мову і не пізнати ті письмена, якими її написано. Її мова — математика..." (Цит. за [5,с. 3]).

Автор книги про мову фізики [20] також пише, що знання у фізичних теоріях фіксуються за допомогою математики, і у цьому сенсі вона є мовою цих теорій. Таку думку поділяють багато фізиків. Наприклад, у відомій книзі Нобелівського лауреата Л. Купера "Фізика для всіх" є навіть параграф "Мова фізики", в якому він обговорює питання, що пов'язані з математикою як мовою фізики.

Дослідники специфічних мов наук також відбивають таке бачення у своїх працях. Так, В.В. Налімов — автор імовірнісної моделі мови — в одному з розділів монографії [7], який має назву "Математика як мова", приділяє спеціальну увагу математиці як мові фізики.

Безумовно, не можна не визнавати тієї величезної ролі, яку відіграє математика у фізиці. Але все ж таки тезу "математика — мова фізики" можна сприймати лише у метафоричному значенні.

Для того, щоб розуміти та створювати тексти на фізичні теми, необхідно знати серед іншого і правила інтерпретації та вживання фізичної термінології, символіки, номенклатури. Ця думка знаходить своє відображення в роботах академіків О.В. Сергєєва та П.І. Самойленка. За їхнім означенням мова

фізики — *штучна знакова система*, що виконує пізнавальну та комунікативну функції; це сукупність термінології, символіки та номенклатури, правил їх складання, перетворення, тлумачення й оперування ними [11, с. 61].

Навіть такий короткий огляд деяких позицій щодо поняття мови фізики показує, що науковці ще не дійшли згоди з цього питання.

У цій статті ставиться за мету обґрунтувати підхід до розуміння поняття мови фізики, яким ми керувалися при розробці відповідної методики навчання учнів середньої школи.

Треба зазначити, що наша позиція зазнала змін у ході проведення досліджень та обговорення отриманих результатів з іншими науковцями та вчителями-практиками.

На початку роботи один з авторів статті (Н.І. Тихонська) виходила з означення мови фізики, яке дали академіки О.В. Сергєєв та П.І. Самойленко. А тому перший названий у цьому означенні елемент мови фізики — термінологія — був у центрі уваги і розглядався у низці публікацій, присвячених розробці методичних прийомів, що мали сприяти кращому засвоєнню учнями середньої школи фізичних термінів, вивчення яких передбачене навчальною програмою (див., напр., [14]). Згодом практична робота у школі та в університеті, обговорення з колегам по кафедрі проблем, пов’язаних з темою її кандидатської дисертації дозволили подивитися на поняття мови фізики дещо ширше. Зокрема, інший співавтор статті (Ю.П. Мінаєв) свого часу звернув увагу на існування специфічної мови фізичних задач [6] та запропонував розробляти відповідну методику навчання учнів та студентів. Результати роботи у цьому напрямку знайшли своє відображення не лише у спільних публікаціях авторів статті, а й в організації спецкурсу “Мова фізичних задач” для студентів педагогічного відділення фізичного факультету Запорізького національного університету.

Крім того, участь у дослідженні залежності якості засвоєння школярами і студентами навчального матеріалу з фізики від рівня розвитку їхнього формального мислення, яке проводилося під керівництвом Ю.П. Мінаєва, спонукала до більш детального ознайомлення з роботами психологів і дидактів. У результаті чергового повернення до теорії поетапного формування розумових дій П.Я. Гальперіна [2] ми ще раз упевнились в актуальності проблеми навчання учнів мови фізики, бо згідно з цією теорією мовлення займає ключове місце у декількох етапах формування розумових дій. Отже, якщо ставити за мету формування розумових дій у певній галузі, то не обійтися без засвоєння відповідної галузевої мови.

Але вирішальним для виходу нашого дослідження на якісно новий рівень було ознайомлення з єдиною теорією психічних процесів Л.М. Веккера [1]. У цій теорії розкривається механізм мислення як процесу народження думки у результаті узгодження двох мов — мови мовленнєвих структур і мови просторових образів. Мова мовленнєвих структур характеризується одновимірністю, послідовним розгортанням у часі (*сукцесивністю*). А мова просторових образів дозволяє одночасно “схопити” весь об’єкт розмірковування (тобто характеризується *симультанністю*). Кожна з цих мов, що беруть участь у мисленні, має свої сильні й слабкі сторони, кожна виконує свою функцію у спільному процесі.

Ознайомлення саме з цією теорією дозволило нам пояснити для себе багато експериментальних фактів, відомих як із власного досвіду, так і з психолого-педагогічної літератури. Крім того, усвідомлення механізму мислення надало чіткого спрямування нашим пошукам методичних прийомів навчання учнів мови фізики. Зокрема, стало очевидним, що принципово не можна нехтувати її образною складовою, не дивлячись на те, що ця складова незрівнянно менше унормована порівняно з мовленнєвою. Лише узгоджене засвоєння обох складових мови

фізики дозволяє учням розуміти цей навчальний предмет.

Аналогічний висновок мав би стосуватися й інших предметів природничо-математичного циклу. Отже, був сенс у тому, щоб звернутися до психолого-дидактичних досліджень, які розглядають загальні проблеми специфічних мов навчальних предметів. Серед таких робіт нашу увагу особливо привернули монографії Н.Г. Салміної [9; 10]. Перша з цих монографій завершується такими словами: “Експериментальні дослідження показали, що вміння оперувати знаково-символічними засобами необхідно формувати. Будучи ефективним знаряддям аналізу і розв’язування пізнавальних задач, знаково-символічні засоби являють собою особливу мову, для засвоєння якої необхідні певні умови. Лише кероване і цілеспрямоване засвоєння цієї мови робить її ефективним засобом пізнання” [9, с. 128]. До “знаково-символічних об’єктів”, за словами автора цитованої роботи, можна віднести засоби природної та штучної мови [9, с. 7].

У другій монографії під назвою “Знак і символ у навчанні” прямо сказано: “Ми використовуємо термін “знаково-символічні засоби”, який об’єднує всю сукупність знаків і символів” [10, с. 4]. При цьому власне дослідження автор обмежує аналізом невербальних знаково-символічних засобів і серед них перш за все засобів, що обслуговують пізнання, — візуальних [10, с. 5].

Зробивши короткий огляд досліджень своїх попередників (включаючи Л.С. Виготського і О.Р. Лурію), Н.Г. Салміна констатує недостатню розробленість у психолого-педагогічній літературі проблеми засвоєння знакових засобів і оперування ними [10, с. 7].

Обґрунтовуючи актуальність свого дослідження, Н.Г. Салміна пише: “Враховуючи значення знаково-символічної діяльності у навчанні, актуальною стає розробка програм із формування знаково-символічної діяльності. Оскільки ця діяльність має свою структуру, способи функціонування,

великий спектр засобів, які в ній використовуються, тобто специфічний зміст, який не є предметом спеціального засвоєння у шкільній програмі, у книзі обговорюються різні варіанти формувальних програм, які відповідають різним завданням навчання" [10, с. 8].

Продовженням того напрямку досліджень, який був започаткований автором згаданих монографій, можна вважати роботу Н.А. Тарасенкової, яка була захищена в Україні як докторська дисертація з теорії та методики навчання (математики) у 2004 році [13]. Але нам невідомі дисертаційні дослідження (крім підготовленої до захисту дисертації Н.І. Тихонської), в яких би розглядалася проблема формування в учнів середньої школи знаково-символічної діяльності *на матеріалі фізики*.

З урахуванням того змісту, який вкладає Н.Г. Салміна у використані нею терміни "знаково-символічні засоби" і "знаково-символічна діяльність", означену проблему стосовно навчального предмета "фізика" можна, на наш погляд, розглядати як проблему навчання учнів середньої школи мови фізики.

Отже, під ***мовою фізики*** у наших дослідженнях, присвячених розробці методики її навчання учнів, ми розуміли систему знаково-символічних засобів, які використовуються у навчальному процесі, пов'язаному з вивченням фізики.

Зазначимо, що у випадку навчального предмета "математика" аналогічне словосполучення для подібних цілей використовувала Т.М. Хмара у своєму методичному посібнику "Навчання учнів математичної мови" [15]. Причому словосполучення "математична мова" і "мова математики" у цьому посібнику виступають як синонімічні. Так у розділі "Особливості навчання учнів математичної мови" читаємо: "Мова математики є окремим випадком знакових систем, які можна назвати мовами" [15, с. 5].

Варто звернути увагу на те, що Т.М. Хмара до "мовних засобів" відносить і графіки функціональних залежностей. Вона пише: "Вивчаючи функції, учні ознайомлюються з важливим мовним засобом, що запозичується з математики різними науковими та виробничими галузями. Це графічний спосіб зображення функціональних залежностей" [15, с. 43]. З іншого боку, Н.Г. Салміна [10, с. 40], а за нею і Н.А. Тарасенкова [13, с. 95] поділяють знаково-символічні засоби на два класи: мовні та немовні. Щоправда, Н.А. Тарасенкова у схемі, яка мала ілюструвати такий поділ [13, с. 97], та у подальшому викладі свого дисертаційного дослідження використовує терміни "вербальні" та "невербальні". При такому підході графіки функціональних залежностей відносять до немовних (невербальних) знаково-символічних засобів, а навчальні тексти (які, до речі, можуть містити у собі ті самі графіки) — до мовних (вербальних).

На наш погляд, вважати, що "знаково-символічні засоби являють собою особливу мову" [9, с. 97], а потім поділяти їх на "мовні" та "немовні" — не зовсім послідовно. Терміни "вербальні" та "невербальні" (у тому розумінні, в якому вони використовуються в психології [17, с. 45]) здаються більш адекватними. Але все ж таки відносити однозначно такі складні утворення як навчальні тексти до вербальних засобів ми не вважаємо коректним. Наведемо приклад із дисертації Н.А. Тарасенкової. У пункті 2.2.5 ("Навчальні тексти") підрозділу 2.2 ("Особливості вербальних знаково-символьних засобів") йдеться серед іншого про топографію (взаємне розміщення) мовних і *немовних* (!) елементів навчального тексту [13, с. 121].

Уникнути подібних термінологічних проблем досить складно, особливо якщо використовувати такі загальновживані слова як *мова*, *мовлення*, *знак*, *символ*, *мислення*, *інтелект*. З іншого боку, такі специфічні психологічні терміни як

симультанно-просторовий гештальт та *одновимірна сукцесивна структура* також не завжди сприймаються однозначно. Це ми відчули на власному досвіді. Як досягти компромісу?

Складність ситуації полягає в тому, що ми маємо на меті звернути увагу методистів-фізиків на дуже цікаву і корисну для розвитку дидактики фізики психологічну теорію, автор якої користується досить точними, але незвичними для багатьох методистів термінами. Йдеться про вже згадану нами єдину теорію психічних процесів Л.М. Веккера [1]. Згідно з цією теорією у мисленні беруть участь дві мови — мова симультанно-просторових гештальтів (скорочено: просторових образів) і мова одновимірних сукцесивних мовленнєвих структур (скорочено: мовленнєвих структур).

Оскільки елементи обох мов заміщають (або представляють) у нашій свідомості матеріальні чи ідеальні об’єкти, ми можемо їх вважати знаково-символічними засобами, не загострюючи, слідом за Н.Г. Салміною, увагу на диференціації термінів “знак” і “символ”. А ось називати одні “мовними”, інші ж — “немовними” нам було б важко. Крім того, окремий елемент однієї з цих мов у залежності від контексту може сприйматися як елемент другої мови. Так, фізичні формули часто сприймаються як символічний запис формулювання закону чи означення, а в інших випадках вони виступають як графічні об’єкти, з якими можна проводити перетворення, переміщуючи їх окремі фрагменти за певними правилами. У першому випадку формули сприймаються як *мовленнєві структури*, а у другому — як *просторові образи*, які “схоплюються” одночасно (симультанно).

Ще на один важливий для нашого дослідження момент ми хотіли б звернути увагу. Система знаково-символічних засобів, які використовуються у навчальному процесі, пов’язаному з вивченням фізики, містить елементи, що відрізняються за

унормованістю і, відповідно, сферою вживання. Умовно їх можна поділити на *нормативні* та *індивідуальні*. Зазвичай, коли йдеться про навчання учнів мови фізики, мають на увазі нормативну її частину. Але нехтування індивідуальними знаково-символічними засобами мови фізики є, на нашу думку, принципово шкідливим.

Яскравим прикладом сфери широкого вжитку індивідуальних (неунормованих) знаково-символічних засобів поряд з унормованими є умови і розв'язки фізичних задач. І якщо вчитель має на меті навчити своїх учнів розв'язувати не лише декілька типів стандартних задач, то він повинен подбати про засвоєння ними відповідної мови.

Ми вже звертали увагу на те, що мислення за теорією Л.М. Веккера протікає як процес узгодження мови просторових образів і мови мовленнєвих структур, причому елементи першої з них значно менше унормовані, але вони так само як і елементи другої мови виконують замісну функцію і беруть участь у розумових процесах. Крім того, вони часто виконують і комунікативну функцію, коли ми передаємо інформацію з використанням графіків, діаграм, рисунків, креслень тощо. Отже, елементи мови просторових образів можна поряд з елементами мови мовленнєвих структур вважати знаково-символічними засобами і комунікації, і мислення. Зазначимо принагідно, що у сучасній дидактиці стали підкреслювати значення символотворчості учнів для успішності навчального процесу [19].

У цій статті ми намагалися обґрунтувати вибір робочого означення поняття *мова фізики*, яке використовувалося нами під час розробки відповідної методики навчання. Умовний поділ знаково-символічних засобів мови фізики схематично представлений на рис. 1.

Займаючись розробкою основ методики навчання учнів мови фізики, ми і у подальшому будемо приділяти увагу обом

складовим системи знаково-символічних засобів навчального предмета "фізика" (як мовленнєвій, так і образній). І це пов'язано не стільки з констатацією факту представленості обох складових мови фізики в навчальних текстах, скільки зі спільною їх участю у розумових процесах, у формуванні думки під час розв'язування пізнавальних задач. Відокремлене вивчення мовленнєвих і образних елементів мови, або взагалі нехтування останніми через їхню неунормованість, має своїм наслідком те, що академік С.У. Гончаренко назвав "мертвими знаннями" [3]. Розділяти ці складові має сенс у цілях науково-методичного дослідження, але не для того, щоб примушувати учнів окремо їх заучувати, порушуючи природний хід розумових процесів.

Рис. 1. Поділ знаково-символічних засобів мови фізики за ознаками, суттєвими для розробки відповідної методики навчання

Поділивши знаково-символічні засоби мови фізики за

усталеністю та сферою вживання на нормативні та індивідуальні, особливу увагу у методиці навчання учнів цієї мови ми приділяємо і плануємо приділяти символотворчості учнів, яка грає неабияку роль у процесах комунікації та мислення.

Література:

1. Веккер Л.М. Психика и реальность: единая теория психических процессов. – М.: Смысл, 1998. – 685 с.

2. Гальперин П.Я. Введение в психологию: Учебное пособие для вузов. – М.: Книжный дом "Университет", 2000. – 336 с.

3. Гончаренко С.У. Наука і навчальний предмет // Наукові записки. – Випуск 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. 2006. – Частина 1. – С. 3–11.

4. Касперський А.В. Система формування знань з радіоелектроніки у середній та вищій педагогічних школах. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2002. – 325 с.

5. Кікоїн І.К., Кікоїн А.К. Фізика: Підруч. для 9 кл. серед. шк. – К.: Рад. шк., 1990. – 208 с.

6. Мінаєв Ю.П. Навчання мови фізичних задач // Шляхи підготовки вчителя фізики до розв'язування професійних задач: Тези доповідей і повідомлень регіональної науково-теоретичної і практичної конференції. 27-29 травня 1993 р. – Запоріжжя. – С. 128–129.

7. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. – М.: Наука, 1979. – 303 с.

8. Програма для середніх загальноосвітніх шкіл. Фізика. Астрономія. 7-11 класи // Фізика. – 2001. – № 22–23. – 143 с.

9. Салмина Н.Г. Виды и функции материализации в обучении. – М.: Изд-во Моск. у-та, 1981. – 136 с.

10. Салмина Н.Г. Знак и символ в обучении. – М.: Изд-во Моск. у-та, 1988. – 288 с.

11. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Методика ознакомления учащихся с языком физической науки // Методические рекомендации по физике. – Вып. 13. / Под ред. П.И. Самойленко. – М. Высш. шк., 1990. – С. 48–88.

12. Сергієнко В.П. ГДІ Курс фізики: Навч. посібник. – К.: Майстер-клас, 2006. – 368 с.

13. Тарасенкова Н.А. Теоретико-методичні основи використання знаково-символьних засобів у навчанні математики учнів основної школи: Дис. ... д-ра. пед наук: 13.00.02. – Черкаси, 2003. – 500 с.

14. Тихонська Н.І. До впровадження технологій навчання фізичних термінів у сучасну середню школу // Педагогічні науки. Збірник наукових праць. – Херсон: Айлант.– 2000. – Вип. 15. – Ч. ІІ. – С. 78–83.

15. Хмара Т.М. Навчання учнів математичної мови. – К.: Рад. шк., 1985. – 95 с.

16. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2001. – 544 с.

17. Шапар В.Б. Сучасний тлумачний психологічний словник. – Х.: Прапор, 2005. – 640 с.

18. Шут М.І., Бережний П.В., Касперський А.В. "Мова" фізики. Довідковий навчальний посібник. – К.: НПУ, 2000. – 37с.

19. Шут М.І., Сергієнко В.П. Науково-дослідна робота з фізики у середніх та вищих навчальних закладах: Навч. посіб. – К.: Шкільний світ, 2004. – 128 с.

20. Hutten E.H. The language of modern physics. – London: George Allen and Unwin Ltd., 1956.

УРАХУВАННЯ СПЕЦИФІКИ РОЗУМОВИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ РОЗРОБЦІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ УЧНІВ МОВИ ФІЗИКИ[15]

Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська

Бажання вчених розбудовувати дидактику на міцному підґрунті психологічних теорій виникло не сьогодні. Згадаємо лише декілька назв праць, автори яких намагалися поєднати здобутки психологів і педагогів для розв'язання проблем навчання. На початку XX століття Е. Торндайк опублікував "Принципи навчання, що ґрунтуються на психології" [8]. У другій половині того ж віку Е. Стоунс написав "Психопедагогіку" [10]. На початку XXI століття вийшла друком "Психодидактика" Е.Г. Гельфман і М.О. Холодної [3].

Значний вплив на розвиток дидактики мали роботи таких видатних психологів як Л.С. Виготський, П.Я. Гальперін, В.В. Давидов, Д.Б. Ельконін, О.М. Леонтьєв, О.Р. Лурія, С.Л. Рубінштейн. Ці імена добре відомі вченим-методистам і згадуються у їхніх працях. У той же час поява нових імен і відповідних психологічних теорій, які б могли послугувати дидактиці, часто сприймається з настороженістю. Це призводить до того, що доводиться витрачати чимало часу і зусиль, щоб переконати колег-методистів у доцільності ознайомлення з корисними для розбудови дидактики, але маловідомими психологічними теоріями.

Займаючись створенням методики навчання учнів середньої школи мови фізики, ми у своїх пошуках надійного психологічного підґрунтя вийшли на дуже цікаву, на наш погляд, єдину теорію пси-

---

[15] ***Стаття опублікована у науковому часописі Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова*** (Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 9: збірник наукових праць / За ред. П.В. Дмитренка, В.Д. Сиротюка. – К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. – С.106-113).

хічних процесів Л.М. Веккера [1]. Особливе значення для нашої подальшої роботи мало ознайомлення з оригінальним трактуванням автором цієї теорії специфіки мислення у порівнянні з дорозумовими психічними процесами.

Дидактичним наслідкам нового погляду на мислення, які стосуються навчання учнів мови фізики, присвячена ціла низка наших публікацій (див., напр., [5-7]). Але досвід спілкування з колегами-методистами щодо питань, розробкою яких ми займаємося, вимагає від нас написання статті, у якій би докладніше, ніж у попередніх роботах, була розглянута основна гіпотеза єдиної теорії психічних процесів щодо специфіки мислення, бо саме ця гіпотеза дозволила нам визначити магістральний напрямок розробки нашої методики навчання учнів мови фізики.

Неповнота традиційних означень мислення. У науковій і навчальній літературі з психології наводиться велика кількість варіантів означень процесу мислення, які відрізняються між собою особливостями використаних термінів та формулювань [4; 9; 11; 13]. Усі вони поєднуються спільністю основних ознак, що складають специфіку мислення.

По-перше, мислення розглядається як відображення *зв'язків та відношень* між предметами і явищами об'єктивної дійсності. ***По-друге***, специфіка цього відображення вбачається у тому, що воно є *узагальненим*. ***По-третє***, особливість розумового відображення пов'язують також з його *опосередкованістю*, завдяки якій воно виходить за межі безпосереднього досвіду.

Не викликає сумніву сам факт належності цих ознак до розумових процесів. Це не випадково, що саме вони містяться у традиційних означеннях мислення, бо наведені ознаки явно виражені в логічній та мовленнєвій структурі розумових актів і тому легше за все піддаються фіксації та аналізу. Однак, як слушно зазначає автор єдиної теорії психічних процесів Л.М. Веккер, питання полягає в тому, чи є ці ознаки не лише необхідними компонентами структури розумових процесів, а ще

й носіями специфіки цієї структури в порівнянні з формою організації *дорозумових* процесів або процесів "чисто" образного пізнання об'єктивної дійсності [2, с. 18]. Інакше кажучи, питання полягає в тому, чи є достатніми ці ознаки для проведення чіткої демаркаційної лінії, що розмежовує структуру думки та структуру образів.

Л.М. Веккер обґрунтовано доводить, що наведені вище ознаки мислення не містять у собі достатнього критерію, який би дозволив чітко відмежувати розумовий рівень пізнавальних процесів від дорозумового, образного рівня [2, с. 20].

Розглянувши по черзі кожну з названих ознак мислення, що містяться у традиційних означеннях, він констатує: "Як би там не було, але між фактом монопольної приналежності мислення людині (що ясно вказує на соціально-трудову детермінацію його генезису і структури та прокреслює певну межу між розумовими і дорозумовими процесами) та надзвичайною загальністю розглянутих ознак (що не дає опорних точок для проведення такої розмежувальної лінії) існує явна неузгодженість і навіть суперечність" [1, с. 177].

Думка як результат і структурна одиниця розумового процесу. Не потребує зараз спеціальних коментарів і експериментальних обґрунтувань той факт, що думка не може бути виражена окремим словом, а втілюється у цілісному виразі або фразі. При цьому структурною одиницею такої фрази, що зберігає ще специфіку думки, є *тричленне речення*, яке містить підмет, присудок і зв'язку. Щоправда, зв'язка може переходити у приховану форму. Цей універсальний характер тричленного речення як необхідної мовленнєвої одиниці закінченої думки був дуже чітко підкреслений у психологічному і навіть у психофізіологічному значенні ще І.М. Сєченовим.

Трикомпонентність мовленнєвої структурної формули думки він виводив з того, що предметна думка відображає не просто ізольовані об'єкти, а й відносини між ними. Відносини ж

за своєю природою щонайменше двокомпонентні. Розкриття відносин, у свою чергу, потребує співставлення цих двох елементів. Отже, у структурній формулі мовленнєвої "оболонки" думки мають бути представлені еквіваленти не лише об'єктів, які співвідносяться, а й еквівалент акту їх співвідношення. Тому структурна формула мовленнєвої одиниці думки містить у собі, якщо використовувати сучасну термінологію, два операнди і один оператор.

Тричленна структурна формула одночасно втілює у собі, з одного боку, еквіваленти просторово-часової організації образно-предметного матеріалу думки, який відтворює у ній об'єкти, що співвідносять, та, з другого боку, — еквівалент символічної, мовленнєвої операції цього співвідношення. На думку Л.М. Веккера, ці емпірико-теоретичні положення І.М. Сєченова у більшій мірі відповідають логіці та структурі мислення, ніж більш пізні дані експериментальної психології мислення, у якій закріпився традиційний розрив логіко-символічних і просторово-часових властивостей думки. Сєченівська психологічна теорія далеко випередила не лише свій час, а і наступний період, найхарактернішим моментом якого була явна перевага аналітичного підходу, а не теоретико-експериментального синтезу [2, с. 68].

Тричленне речення як структурна одиниця зовнішньої мовленнєвої форми думки приховує за собою і відповідний структурний еквівалент, що відноситься вже не до мовленнєвої "оболонки" думки, а до її внутрішньої або так званої логічної форми.

Універсальною логічною формою і структурною одиницею думки є *судження*. До такого висновку приходить Л.М. Веккер, аналізуючи дані своїх попередників, зокрема Л.С. Виготського [2, с. 72]. Судження — це одночасно логічна структурна одиниця думки і разом з тим акт мислення, об'єктивований у цій

структурі. Або, інакше кажучи, судження — це універсальна одиниця як предметної, так і операційної структури думки. У думці компоненти предметної і операційної структури розведені у вигляді її окремих самостійних елементів, спільно і рівноправно представлених в єдиній структурній формулі. Л.М. Веккер наводить таку аналогію: молекулярна одиниця думки, що втілює її специфічну якість "відображення відношення", — двохатомна, але трикомпонентна. Два "атоми" реалізують відображення об'єктів, що співвідносять, а третій компонент — зв'язка — втілює у собі "хімічний зв'язок" між атомами, який об'єднує їх у молекулу. Ця зв'язка відповідає оператору. Отже, молекулярна структурна формула думки включає два операнди і один оператор, який реалізує співвідношення операндів. Операнди на різних рівнях складності, що відповідають різним стадіям розвитку, можуть бути різними. У більш загальному і генетично більш ранньому випадку — це образи, а у більш частковому і специфічному випадку — це поняття [2, с. 73].

Такою необхідністю наявності мінімум двох операндів і одного оператора у молекулярній структурній одиниці думки і визначається як структура судження, яка втілює логічну форму думки, так і структура його мовленнєвого еквівалента — тричленного речення.

Аналізуючи таку характеристику думки як *опосередкованість*, Л.М. Веккер робить висновок, що специфічно розумове відображення відношень між операндами, оскільки думка саме відокремлює ці відношення, за необхідністю опосередковане самою операцією співвідношення цих операндів, яка також має свій символічно-мовленнєвий еквівалент у формі логіко-граматичних операторів [2, с. 76].

Що ж до *узагальненості* думки, то автор єдиної теорії психічних процесів пов'язує її з тим, що один і той же оператор може відповідати різним парам операндів. Це відокремлене за

допомогою відповідної операції відношення, оскільки воно охоплює клас пар об'єктів, об'єднаних зв'язком незалежно від конкретної специфічності операндів, що співвідносяться, є тут загальною ознакою всіх пар класу. Таким чином, відношення представлене тут в узагальненій формі, а ця узагальненість є узагальненістю саме відношень [2, с. 77].

Якщо опосередкованість і узагальненість можуть виступати характеристиками не лише думки, а й образу, то специфічною особливістю думки є її "зрозумілість" або, навпаки, "незрозумілість", відомі в експериментальній психології мислення у зв'язку з так званим *"феноменом розуміння"*. Перефразуючи відомий вислів А. Ейнштейна, що найнезрозуміліше у цьому світі — те, що він зрозумілий, Л.М. Веккер стверджує, що найнезрозумілішою характеристикою думки якраз є її зрозумілість або незрозумілість. Парадоксальність цієї особливої незрозумілості природи розуміння полягає у надзвичайно різкому розриві між враженням безпосередньої суб'єктивної ясності і уявної "очевидності" того, що означає "розуміння", та величезною складністю не лише теоретичного визначення, але й чіткого емпіричного опису цього специфічного явища та адекватного співвідношення його суб'єктивних та об'єктивних показників та особливостей.

Процес сприйняття і образ як його результат у дорослої людини також супроводжується розумінням (або нерозумінням) і навіть може суттєво залежити від зрозумілості або незрозумілості того, що сприймається. Але в принципі, в оптимальних умовах, адекватний перцептивний образ може бути сформований і без розуміння. Можна адекватно і точно сприйняти об'єкт, відтворити його характеристики, скажімо, у малюнку, і при цьому не лише не зрозуміти, "що це таке", а й навіть і зовсім не впізнати в ньому практично нічого знайомого і

тому не мати можливості означити його якимсь конкретним ім'ям.

Зрозумілою чи незрозумілою може бути також своя власна або чужа емоція. Але незрозуміла емоція не перестає бути емоцією як "психічною реальністю" (Сєченов), так само незрозумілий перцептивний образ не перестає бути образом у його психологічній специфічності. На відміну від цього незрозуміла думка, якщо у ній дійсно відсутні навіть проблиски розуміння, перестає бути думкою у її специфічній якості, що якраз і означає, що у цьому випадку від неї залишається лише порожня мовленнєва оболонка. Життєва практика, зокрема і особливо практика клінічна і педагогічна, ясно свідчить про те, що такий "мовленнєвий труп" думки є, на превеликий жаль, ще достатньо розповсюдженою реальністю. Це виражається, зокрема, у такій тяжкій "педагогічній хворобі", як зубріння [2, с. 79].

Аналіз феномена розуміння з опорою на результати експериментальних досліджень попередників (К. Дункер, М. Вертгеймер, О.Р. Лурія) дозволив Л.М. Веккеру зробити висновок про те, що думка з необхідністю містить як образно-просторові, так і символічно-операторні компоненти. Відсутність такого поєднання робить думку незрозумілою, "…перетворюючи її у знакову логіко-лінгвістичну форму, яка може існувати в голові людини (якщо взяти граничний випадок) фактично у такій же якості, як у надрукованому тексті, на кам'яній плиті або на магнітофонній стрічці, але очевидно, що у всіх цих трьох випадках реальністю є не думка як психічний процес, а лише та чи інша форма її коду" [2, с. 79].

Зв'язок розуміння зі складом думки має ще один емпіричний аспект, який представляє теоретичний інтерес і має велике практичне значення для педагогічної психології. Педагогічна практика з достатньою визначеністю показує, що існують на інтуїтивному рівні добре відомі кожному педагогу

об’єктивні критерії розуміння. Найважливіший з цих критеріїв пов’язаний з варіативністю конкретної форми вираження думки при незмінності відображеного нею відношення, яке складає її головний зміст. Л.М. Веккер підкреслює: “Чим повніша глибина розуміння даного відношення, тим більшим числом способів воно може бути розкритим і вираженим. І навпаки, чим менше це відношення зрозуміле, тобто чим з меншою визначеністю воно виокремлене за допомогою відповідної операції, тим менш варіативною, або більш стандартною, буде розумова структура” [2, с. 85].

Лише за умови виокремленості та зрозумілості відповідного відношення як інваріанта, який зберігається під час різних варіацій операндного і операторного складу думки, може відбуватися адекватний перенос і використання цієї думки у ситуації, де відношення залишається тим самим, хоча операнди, а також оператори, що їх співставляють, є вже іншими. Виходячи з цього, Л.М. Веккер вважає, що якісним показником і кількісним критерієм розуміння є міра переносу інваріантного відношення, яке виражене даною думкою [2, с. 86].

Основна гіпотеза щодо специфіки розумових процесів. Після аналізу емпіричних характеристик мислення Л.М. Веккер веде пошук того принципу організації розумових процесів, по відношенню до якого ці характеристики, як і решта феноменів і фактів розумової діяльності, мають бути представлені як наслідки.

Оскільки вірно, що мислення відображає зв’язки і відношення між об’єктами, а також, що зв’язки і відношення відображаються і на рівні образного пізнання, є підстави припустити, що шуканий принцип, який розкриває специфіку думки, стосується *способу* відображення зв’язків і відношень.

Математичним еквівалентом поняття “відношення” є поняття “функція”. Саме поняття функції виражає дійсну природу відношень як таких, тобто максимально

протиставлених природі об’єктів, які співвідносяться, звільняючи їх до можливої границі конкретної специфічності. Корисно порівняти два способи подання функції: графічний і аналітичний. Таке порівняння приводить Л.М. Веккера до висновку, що конфігуративний і символічно-операторний (або, відповідно, графічний і аналітичний) способи подання всякої функції виражають собою дві основні універсальні форми відображення відношень [2, с. 117].

Гіпотеза, яку скрупульозно обґрунтовує автор єдиної теорії психічних процесів, виходить з того, що ні сам по собі фігуративний, ні сам по собі символічно-операторний способи відображення (і, відповідно, окремо взяті відповідні способи подання функції) не можуть забезпечити специфічності інформаційно-психологічної структури мислення порівняно з образним відображенням. Ця психологічна специфічність розумового процесу, відповідно до гіпотези, створюється *обов’язковістю участі і неперервністю взаємодії обох способів відображення* — фігуративного, який втілює зв’язки і відношення у структурі просторових образів, і символічно-операторного, який розчленовує ці структури і розкриває та виражає зв’язки і відношення між об’єктами шляхом оперування символами, що відповідають цим об’єктам.

Отже, обидві форми відображення складають необхідні компоненти внутрішньої структури розумового процесу як такого, а його організація і динаміка реалізується саме у ході неперервної взаємодії цих обох форм. Ця взаємодія якраз і становить ту специфіку, яка забезпечує перехід через якісно-структурну межу між образом і думкою [2, с. 132].

Л.М. Веккер підкреслює, що сам висновок про необхідність взаємодії фігуративного і операторного способів відображення у структурі мислення не є абсолютно новим. Близькі теоретичні позиції займали Ж. Піаже і У. Рейтман. Ще ближчою до сформульованої гіпотези є у деяких аспектах позиція

В.Н. Пушкіна, який іде далі Піаже і Рейтмана у тому відношенні, що висуває положення не просто про участь двох способів відображення у розумовому процесі, але навіть про необхідну взаємодію *двох мов* у структурі мислення — дискретної символічно-операторної мови, яка представляє, за В.Н. Пушкіним, алгебру думки, і мови динамічних аналогових моделей зовнішніх об'єктів, яка представляє геометрію думки. У його роботах дві основні форми відображення подані, з одного боку, як алгебра і геометрія мислення, а з другого — як дві його мови. Отже, зроблені суттєві кроки як у бік узагальнення, так і у бік подальшої конкретизації понять про ці два універсальні способи відображення зв'язків і відносин. Але мова операцій з символами, яка втілює алгебру думки, все ж таки не подана як специфічна форма мови у кібернетичному розумінні цього поняття, а аналогова мова динамічних моделей, яка представляє геометрію думки, зовсім не співвіднесена з іншими частковими формами мови як загальнокодової форми організації інформаційних процесів. Саме тому залишалася прихованою як специфічна інформаційна структура обох способів, так й інформаційна суть їхньої взаємодії [2, с. 133].

Проведене дослідження дозволило Л.М. Веккеру припустити, що шукана інформаційно-психологічна специфічність організації мислення полягає в тому, що воно представляє собою процес неперервно здійснюваного оборотного перекладу інформації з власне психологічної мови просторово-предметних структур, тобто з мови образів, на психолінгвістичну, символічно-операторну мову, яка представлена мовленнєвими сигналами. Оскільки обидві мови знаходяться у рамках загальнотеоретичної ієрархії рівнів просторово-часової упорядкованості сигналів з переважною віднесеністю однієї з них до часової, а другої до просторової вітки цієї ієрархії, такий переклад має відбуватися шляхом оперування символами і образами. У процесі такого руху по

різним горизонталям ієрархії рівнів відбувається, згідно з гіпотезою, перетворення відповідних просторових структур, виокремлення і символічне позначення їх елементів, розкриття відносин між останніми і зворотний процес переходу від виокремлених і символічно виражених міжелементних відношень до їх просторового втілення у цілісних структурах, які відносяться до різних рівнів упорядкованості інформації [2, с. 134].

Магістральний напрямок розробки методики навчання учнів мови фізики. У пошуках ефективних методів навчання фізики треба керуватися закономірностями психічних процесів, зокрема мислення. Однак треба зазначити, що у загальноосвітній школі перевага поки що віддається навчанню мови мовленнєвих структур. І лише останнім часом у дидактиці почали звертати увагу на те, що треба навчати висловлювати свої думки і мовою образних структур [12].

Щоб учні могли думати у ході навчального процесу, пов’язаного з вивченням фізики, їм потрібне ефективне знаряддя аналізу і розв’язування пізнавальних задач. На нашу думку, ним може стати мова фізики, яку ми розглядаємо як систему знаково-символічних засобів. Ці засоби можуть сприйматися і як одновимірні послідовні мовленнєві структури (фізичні терміни, фізичні символи, слова номенклатури, ключові слова в умовах фізичних задач та ін.), і як просторово-одночасні образні структури (графіки, схеми, діаграми, зображення, наочні моделі тощо). Лише при узгодженні зазначених складових мови фізики можна сподіватися, що вона стане внутрішнім знаряддям розумової діяльності учнів.

Під час навчання учнів мови фізики належну увагу повинен отримати кожен з її компонентів, а також має бути простежений важливий для розуміння навчального предмета зв’язок між ними. Тому під час розробки методики навчання учнів мови

фізики головна наша увага була спрямована на питання набуття учнями навичок узгодження двох складових мови фізики (мовленнєвої і образної).

Отже, концептуальні положення єдиної теорії психічних процесів щодо двомовного характеру мислення дозволяють теоретично обґрунтувати новий підхід до розбудови методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи. Врахування двомовності розумових процесів у відповідній методиці відбувається через виконання учнями спеціальних завдань на перекодування фізичної інформації у різні форми. Навчання учнів узгодженню мовленнєвих і образних структур як складових мови фізики стає для них основою для розуміння навчального матеріалу.

Перспективу своєї подальшої роботи в обговорюваному напрямку ми вбачаємо у розробці відповідного методичного посібника.

Література:

1. Веккер Л.М. Психика и реальность: единая теория психических процессов. – М.: Смысл, 1998. – 685 с.

2. Веккер Л.М. Психические процессы: В 3 т. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1976. – Т. II. Мышление и интеллект. – 342 с.

3. Гельфман Э.Г., Холодная М.А. Психодидактика школьного учебника. Интеллектуальное воспитание учащихся. – СПб.: Питер, 2006. – 384 с.

4. Костюк Г.С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості. – К.: Рад. шк., 1989. – 608 с.

5. Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Вправи для навчання учнів мови фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2006. – № 5.– С. 17–21.

6. Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Елементи методики ознайомлення учнів із синтаксичними засобами навчальних фізичних текстів // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Вип. 43. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. – С. 114-121.

7. Минаев Ю.П., Тихонская Н.И. Усовершенствование методики обучения физике с учетом двуязычности мыслительных процессов // II Международная конференция “Стратегия качества в

промышленности и образовании" (2-9 июня 2006 г., Варна, Болгария): Материалы. В 2-х томах. – Т.2. – Днепропетровск-Варна: Пороги ТУ-Варна, 2006. – С. 117–119.

8. Основные направления психологии в классических трудах. Бихевиоризм. Э. Торндайк. Принципы обучения, основанные на психологии. Джон Б. Уотсон. Психология как наука о поведении. – М.: ООО "Издательство АСТ-ЛТД", 1998. – 704 с.

9. Советский энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 1600 с.

10. Стоунс Э. Психопедагогика. Психологическая теория и практика обучения; пер. с англ. / под ред. Н.Ф. Талызиной. – М.: Педагогика, 1984. – 472 с.

11. Тихомиров О.К. Психология мышления. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 270 с.

12. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2001. – 544 с.

13. Шапар В.Б. Сучасний тлумачний психологічний словник. – Х.: Прапор, 2005. – 640 с.

ВПРАВИ ДЛЯ НАВЧАННЯ УЧНІВ МОВИ ФІЗИКИ[16]

Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська

Щоб учні могли думати на фізичну тематику, розв'язувати теоретичні та експериментальні задачі, вони обов'язково мають оволодіти мовою фізики. Необхідність навчання цієї мови безпосередньо пов'язана з її участю у розумових процесах під час вивчення і застосування фізики.

Згідно з *єдиною теорією психічних процесів*, розробленою відомим психологом Л.М. Веккером, розумові процеси мають двомовну будову [1]. Проведений автором цієї теорії аналіз емпіричних характеристик мислення дозволив розкрити загальну специфіку цього процесу. Вона полягає у тому, що *мислення* є неперервним перекладом інформації як з мови просторово-предметних структур на символьно-операторну мову, так і у зворотному напрямку. Просторово-предметні структури подані образами різних рівнів узагальненості, а символьно-операторна мова пов'язана з мовленнєвими сигналами. Сутність мислення як процесу полягає в *узгодженні* мови предметних зображень з символьно-операторною мовою. Окрема думка є психічним інваріантом зазначеного взаємооберненого перекладу.

Наведене тлумачення процесу мислення може виступати *психологічною основою* методики навчання мови фізики учнів середньої загальноосвітньої школи. Під *мовою фізики* ми розуміємо сукупність її словесних та образних елементів. При цьому перші функціонують у сфері термінології, символіки та номенклатури, тобто у сфері позначення фізичних понять, величин, приладів тощо. Другим відводиться роль наочності у

[16] ***Стаття опублікована у журналі «Фізика та астрономія в школі»*** (2006. – № 5.– С. 17-21). Тут вона наведена у дещо скороченому вигляді.

вигляді графіків, схем, діаграм, зображень та ін.

Завдання даної статті ми вбачаємо у тому, щоб на конкретних прикладах продемонструвати, яким чином можна організовувати мовну роботу учнів під час вивчення фізики. Будуть розглянуті декілька типів вправ, що спрямовані на засвоєння учнями середньої школи мови фізики. Зазначимо, що вони розроблялися у рамках загальної *концепції підготовчих вправ*, яка була запропонована для налагодження процесу технологізації навчання фізики [2].

***Вправа* „*Віднови пропущене*”.** Ідея цієї вправи полягає в наступному. З деяких елементів мови фізики (термінів, схем, формул, визначень тощо) вилучаються літери, символи, знаки, слова. Учням треба відновити пропущене. При створенні завдань доцільно пропускати саме ті місця, в яких учні найчастіше роблять помилки. Тоді такі завдання сприятимуть запобіганню відповідних недоліків.

• *Відновіть пропущені літери та запишіть відповідні терміни:*

Магн_тний пот_к; с_ла _мпера; фе_омагн_тики; в_к_ум;
ма_-спек_роме_р; темп_ра_ура _юрі; н_дпров_дність;
о_ци_огра_; _лектр_літ; п_а_ма; нап_вп_овідн_к;
т_рмор_з_стор; тр_нз_ст_р.

• *Відновіть пропущений символ та вкажіть, що він означає в даній формулі.*

Зразок: $F = k\dfrac{q_1 q_2}{(_)^2}$. *Відповідь:* R *– відстань між точковими зарядами.*

$$E = \frac{1}{4\pi(_)}\frac{q}{r^2};\ (_) = \frac{\vec{F}}{q};\qquad A = (_)\cdot U;\ (_) = \frac{q}{U};$$

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0(_)}{d};\ I = \frac{(_)}{\Delta t};\qquad U = I \cdot (_);$$

$$W = \frac{q \cdot (_)}{2};\ (_) = \frac{q^2}{2C};\qquad w = \frac{\varepsilon\varepsilon_0(_)^2}{2};$$

$$R = (_)\frac{l}{s};\qquad P = U \cdot (_);\ \Delta Q = I^2(_)\Delta t;$$

$$m = k(_)\Delta t;\ I = \frac{(_)}{R + r}.$$

• *Відновіть пропущені слова у наведених визначеннях:*

Електричний струм — явище _____ руху носіїв заряду.

Один вольт (1 В) дорівнює електричній _____ на резисторі, при проходженні через який електричного заряду в 1 Кл виділяється кількість теплоти, що дорівнює 1 Дж.

Точка Кюрі — критична _____, при перевищенні якої феромагнетик стає парамагнетиком.

Вправа „Знайди помилку”. Учням пропонується інформація, про вірогідність якої треба зробити висновок. „Родзинка” цього завдання полягає у тому, що кількість хибних варіантів невідома.

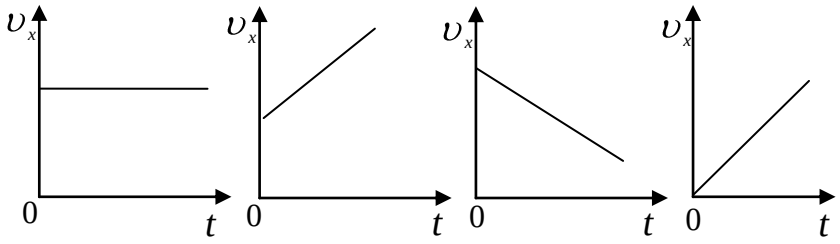
• *Підкресліть помилкові варіанти слів (словосполучень, графіків), що пропонуються у складі тверджень:*

1) Не існує атома (азоту; озону; води; вуглецю).

2) Ізотопи одного хімічного елемента відрізняються (кількістю нейтронів; кількістю нуклонів; кількістю електронів; масою).

3) Тиск вимірюється за допомогою (гальванометра, барометра, манометра, психрометра).

4) Прямолінійний рівномірний рух може характеризуватися такою залежністю $\upsilon_x(t)$:



5) Напруженість електростатичного поля (є векторною величиною; вимірюється у В/Кл; спрямована вздовж нормалі до еквіпотенціальної поверхні; спрямована у бік максимального збільшення потенціалу).

У завданнях наведеного типу може використовуватися як вербальна форма подання інформації, так і графічна.

• *Позначте словосполучення, які <u>не</u> застосовуються з наступними термінами:*

1) *прискорення*: а) викликати ~; б) набувати ~; в) запасати ~; г) надавати ~.

2) *сила*: а) прикладати ~у; б) придбати ~у; в) додавати ~у; г) витрачати ~у.

3) *енергія*: а) запасати ~ю; б) здійснювати ~ю; в) передавати ~ю; г) придбати ~ю.

4) *коливання*: а) збуджувати ~; б) підтримувати ~; в) модулювати ~; г) докладати ~.

5) *напруга*: а) створювати ~у; б) надавати ~у; в) прикладати ~у; г) знаходитися під ~ю.

Складати завдання зазначеного типу можна за допомогою двомовних фізичних словників, у яких є приклади застосування

фізичних термінів. Так, нами був використаний словник [4], який може застосовуватися для засвоєння учнями фізичної термінології.

Вправа „Знайди відповідність”. Ця вправа спрямована на знаходження зв’язків між різними елементами фізичної мови. У процесі сприймання і розуміння повідомлення, вираженого мовленнєвими і наочними засобами, у мисленні учнів повинно відбуватися постійне перекодування інформації, перехід її від логічних (словесно-понятійних) операцій до оперування образами, створеними на основі наочності, і навпаки.

Згідно з основним законом психічного розвитку (у формулюванні відомого психолога С.Л. Рубінштейна) „...розвиток дитини у процесі навчання і виховання не тільки *виявляється*, але і *відбувається*” [3, с. 151]. Тому вправи на знаходження відповідності можуть використовуватися не тільки для контролю, а й під час навчання.

Наведемо приклади завдань, де необхідно до елементів однієї множини підібрати відповідні елементи з іншої більшої за обсягом множини:

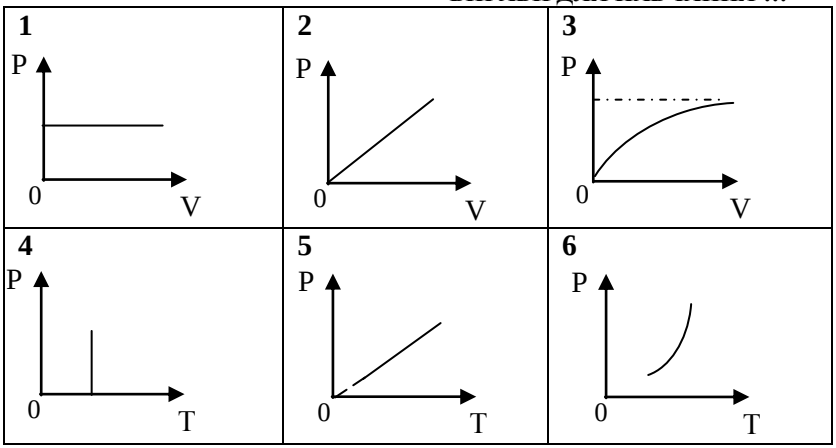
• *Поставте у відповідність позначенням фізичних величин одиниці вимірювання. Відповіді подайте у вигляді впорядкованих пар літера – цифра.*

Позначення фізичних величин: а) *B;* б) *Ф;* в) *L;* г) *I.*

Одиниці вимірювання: 1) Кл; 2) Гн; 3) Вб; 4) Тл; 5) А; 6) Ф; 7) Ом; 8) Дж.

• *Поставте у відповідність запропонованим рівнянням графіки. Відповіді подайте у вигляді впорядкованих пар літера – цифра. Вважайте, що* $m = const$.

а) $\frac{P}{T} = const$; б) $\frac{V}{T} = const$; в) $PV = const$.



• *Поставте у відповідність назвам фізичних законів фізичні формули. Відповідь подайте у вигляді впорядкованих пар літера – цифра.*

Назви законів: а) Закон Ома для повного кола; б) закон Кулона; в) закон Джоуля-Ленца; г) закон Ома для ділянки кола.

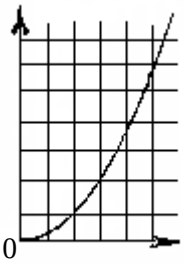
Формули: 1. $W = \frac{CU^2}{2}$; 2. $F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$; 3. $W = \frac{LI^2}{2}$;

4. $I = \frac{U}{R}$; 5. $I = \frac{E}{R+r}$; 6. $F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$; 7. $m = kI\Delta t$;

8. $Q = I^2 R\Delta t$.

• *Позначте правильні проовження фрази.*

Наведений рисунок може бути графічним поданням залежності…



а) …енергії електричного поля конденсатора від заряду на його обкладинках;

б) …густини енергії електричного поля від його напруженості;

в) …напруги на кінцях резистора з незмінним опором від сили струму;

г) …напруженості електричного поля точкового заряду від відстані до нього;

д) …напруги між обкладинками конденсатора від значення заряду на ньому;

е) …напруженості електричного поля ззовні рівномірно зарядженої кулі від відстані до її центру;

ж) …потужності резистора від напруги на ньому при постійному струмі.

Поповнити „банк” завдань, подібних до наведеного, можна за допомогою використання різних елементарних функцій, а також словесного опису різноманітних фізичних залежностей, що вивчаються у шкільному курсі фізики.

Вправи „Знайди відповідність” можуть мати також характер *відкритого* тесту. У цьому випадку вони не міститимуть переліку можливих відповідей. Наведемо конкретний приклад.

• *Вкажіть одиницю вимірювання та повну назву фізичної величини, якій відповідає запропонований вираз:*

$\left[m\upsilon\right]$, $\left[\frac{\upsilon^2}{R}\right]$, $\left[FS\cos\alpha\right]$, $\left[\frac{p^2}{2m}\right]$, $\left[\frac{kx^2}{2}\right]$, $\left[mgh\right]$, $\left[\rho gV\right]$, $\left[G\frac{m_1 m_2}{R^2}\right]$, $\left[\mu N\right]$.

Зразок: $\left[\frac{m\upsilon^2}{2}\right] = \text{Дж}$, кінетична енергія матеріальної точки масою m, що рухається зі швидкістю υ.

Зрозуміло, що такі завдання можна складати у великій кількості. Розглядуваний тип вправ може мати комбінований характер: лише частина відповідей обирається із запропонованого переліку.

ВПРАВИ ДЛЯ НАВЧАННЯ …

• *Вкажіть номери рисунків з графіками і запишіть формули, які можуть відповідати вказаними залежностям:*

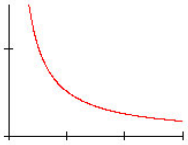


Рис.1

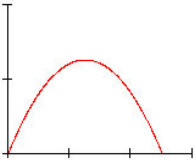


Рис.2

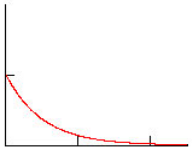


Рис.3

Рис.4

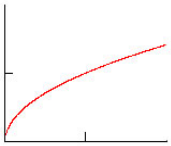


Рис.5

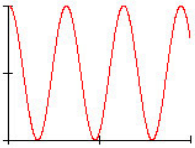


Рис.6

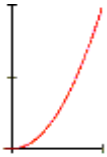


Рис.7

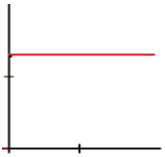


Рис.8

Рис.9

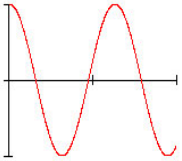


Рис.10

№	Залежність	Рис.	Формула
1	координати від часу для тіла, що здійснює гармонічні коливання		
2	проекції швидкості тіла від часу, якщо відповідна проекція сили, що діє на тіло, є додатною та незмінною		
3	кута відхилення від вертикалі нитки математичного маятника від часу		
4	вертикальної проекції швидкості від часу для тіла, кинутого під кутом до горизонту		
5	тиску ідеального газу від об’єму при ізотермічному розширенні		
6	проекції імпульсу тіла від часу при рівноприскореному русі, якщо відповідна проекція прискорення від’ємна		
7	потенціальної енергії розтягнутої пружини від сили, яка її розтягує		

8	потенціалу електростатичного поля позитивного заряду від відстані до нього		
9	опору металевого дроту від його довжини		
10	доцентрового прискорення тіла від радіусу кривизни траєкторії при незмінному значенні лінійної швидкості		
11	потужності змінного гармонічного струму від часу		
12	повної механічної енергії тягарця математичного маятника від часу при гармонічних коливаннях		
13	кінцевої швидкості тіла від висоти, з якої воно падає з нульовою початковою швидкістю		
14	горизонтальної проекції швидкості від часу для тіла, кинутого під кутом до горизонту		
15	енергії електричного поля конденсатора від часу при гармонічних коливаннях в $LC-$ контурі		
16	кінетичної енергії матеріальної точки від її імпульсу		
17	кінетичної енергії тягарця пружинного маятника від часу при гармонічних коливаннях		
18	потенціальної енергії пружини від її видовження		
19	вертикальної координати від горизонтальної для тіла, кинутого під кутом до горизонту		
20	періоду коливань математичного маятника від його довжини		

Вправа „Порівняння”. Цей тип вправ орієнтований на розвиток вміння знаходити спільні характеристики і відмінності в об’єктах, що порівнюються.

• *Позначте правильні продовження фрази.*

Таку ж розмірність як і сила має…:

а) …відношення квадрата імпульсу тіла до його маси;

б) …добуток маси тіла і квадрата його швидкості;

в) …відношення механічної роботи до проекції переміщення на напрямок дії сили;

г) …відношення зміни імпульсу тіла до часу, за який ця зміна відбулася;

д) …добуток маси тіла і його прискорення;

е) …добуток густини рідини, у яку занурене тіло, і його об'єму;

ж) …добуток коефіцієнта тертя і сили реакції опори.

Завдання подібні до наведеного легко створювати, якщо здійснювати заміну вказаної фізичної величини (у наведеному прикладі — сили) на інші фізичні величини. При цьому частину продовжень фрази можна залишати незмінною, доповнюючи іншими. Зручніше, якщо це буде робити відповідна комп'ютерна програма за допомогою генератора випадкових чисел.

Завдання формує як уміння працювати з розмірностями фізичних величин, так і вміння "згортати" у математичну формулу мовленнєвий вираз, що стосується існуючих зв'язків між фізичними величинами. Ці вміння потрібні і на уроках-лекціях, і під час самостійної роботи учнів з підручниками.

Вправа „Пригадування формул". Цей тип дозволяє встановлювати широту семантичного поля певного терміна, яке сформоване в учнів на даний момент.

Запишіть всі відомі Вам формули, до яких входить енергія.

Вправа „Четвертий зайвий". Цей тип вправ спрямований на навчання учнів встановлювати спільну родову приналежність певних термінів. Критерій для відкидання зайвого учні визначають самостійно.

1) Із термінів *конвекція, теплопровідність, теплопередача, випромінювання* зайвим є_____, бо _____.

2) Із термінів *потужність, сила струму, напруга, швидкість* зайвим є_____, бо _____.

3) Із термінів *ньютон, ампер, джоуль, кулон* зайвим є_____, бо _____.

4) Із термінів *дифузія, діоптрія, деформація, дифракція* зайвим є_____, бо ___ _____.

5) Із термінів *прискорення, імпульс, потужність, переміщення* зайвим є_____, бо ___ _____.

Вправа „Встановлення етимології”. З’ясування етимології (походження) фізичних термінів позитивно впливає на процес їх розуміння та засвоєння учнями. Пропонуємо наступну вправу.

Підберіть до кожного з наступних термінів відповідне слово з тих, що пронумеровані, та запишіть його порядковий номер:

Інтерференція – Дифракція –

Індукція – Дисперсія –

Когерентність –

1) накладання, 2) розсіювання, 3) розкладання, 4) узгодження, 5) заломлення, 6) огинання, 7) взаємодія, 8) додавання, 9) наведення, 10) порівняння.

Вправа „Проведення аналогії”. У цій вправі спочатку треба встановити, як пов’язані терміни у першій парі, а після цього за аналогією треба заповнити пропуск, утворивши другу пару термінів.

Впишіть термін за аналогією:

1) сила – потенціальна енергія;

напруженість електричного поля – _____.

2) потужність – робота;

сила струму – _____.

3) координата – заряд;
швидкість – _____.
4) маса – індуктивність;
імпульс – _____.
5) напруга – вольтметр;
тиск – _____.

Зазначимо, що робота учнів із засвоєння мови фізики не повинна обмежуватися тільки виконанням запропонованих типів вправ. Корисно, щоб школярі самостійно складали завдання за зразками. Найбільш підготовлених учнів доцільно залучати до пошуково-творчої роботи зі складання нових мовних вправ.

Література:

1. Веккер Л.М. Психика и реальность: единая теория психических процессов. –М.: Смысл, 1998. – 685 с.
2. Мінаєв Ю. Технологізація процесу формування вміння розв'язувати фізичні задачі// Фізика та астрономія в школі. – 2004. – №2. – С. 25-30.
3. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. – СПб.: Питер, 2000. – 712 с.
4. Русско-английский физический словарь. Ок. 76000 терминов / Новиков В.Д. и др. – М.: Руссо, 2001. – 928 с.

ЕЛЕМЕНТИ МЕТОДИКИ ОЗНАЙОМЛЕННЯ УЧНІВ З СИНТАКСИЧНИМИ ЗАСОБАМИ НАВЧАЛЬНИХ ТЕКСТІВ З ФІЗИКИ[17]

Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. У Державному стандарті базової і повної середньої освіти звертається увага на зростання ролі учнівських вмінь здобувати інформацію з різних джерел, засвоювати, поповнювати та оцінювати її [5]. Безперечно, що це потребує формування в учнів уміння читати та усвідомлювати прочитане.

Однак, щоб усвідомлювати те, про що йдеться у навчальних та науково-популярних текстах з фізики, треба навчитися розуміти специфічну мову, якою ці тексти написані. Учні мають засвоїти велику кількість абсолютно нових слів, а також незвичні значення здавалося б знайомих слів. Але, як виявляється, "мовні" проблеми під час вивчення фізики не зводяться лише до проблеми засвоєння відповідних термінів. Не менш важливим є опанування правилами поєднування слів у речення і тексти, які за своєю синтаксичною структурою значно відрізняються від тих, з якими учні мали справу, коли вивчали за шкільною програмою відповідний розділ мовознавства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій і виділення нерозв'язаних питань. Як зазначено в [9], усі мовні знання практично оформляються і реалізуються в синтаксисі. Для розуміння наукових текстів виявляється дуже важливим знання ***синтаксичних засобів***, за допомогою яких висловлюються думки. Саме завдяки цим засобам будуються речення, які є

[17] ***Стаття опублікована у збірнику наукових праць Херсонського державного університету*** (Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Випуск 43. — Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. — С. 114-121).

основними одиницями писемної мови.

Проте в методиці навчання мови фізики належна увага синтаксису не приділяється. Основний акцент у ній робиться на вивченні учнями нової для них ***лексики***, тобто на засвоєнні значень тих спеціальних слів (термінів), які використовуються у фізичній науці.

Словниковому складу мови навчального предмета “фізика” присвячено чимало науково-методичних публікацій. Так, понятійному апарату фізики приділяється особлива увага в [6; 13; 14], проблеми використання української фізичної термінології з урахуванням державних стандартів у навчальному процесі середньої школи розглянуті в [10], необхідність встановлення етимології фізичних термінів підкреслюється в [11; 12].

Безумовно, знання термінів необхідне для розуміння фізичних текстів, але цього ще замало. Треба знати, яке значення можуть мати послідовність слів у реченнях, розділові знаки між ними, флексії, службові слова тощо.

Так, зміна у ***послідовності*** одних і тих самих слів може призвести до спотворення змісту. Порівняйте: *тертя спричиняє нагрівання* та *нагрівання спричиняє тертя*. А з іншого боку, ***флексії*** у цьому ж прикладі можуть деякою мірою відновити зміст: *нагрівання спричиняється тертям*.

Без знання синтаксису у багатьох випадках неможливо правильно зрозуміти те, про що йдеться, навіть якщо значення всіх слів відомі. На важливість знання учнями синтаксичної форми речень, які є означеннями фізичних величин, звертали увагу учені-методисти О.І. Бугайов та О.І. Ляшенко. Обговорюючи питання єдиного підходу до формулювання означень фізичних величин, вони запропонували їх загальну синтаксичну структуру [1]. Однак головна увага ними приділялася фізичному змісту, який треба відбити в означеннях, а не тому, якими мовними (синтаксичними) засобами це має

робитися. Спеціального дослідження потребують також й інші синтаксичні структури, які зустрічаються у фізичних текстах.

Постановка завдання. У цій статті ми звернемося до розгляду синтаксичних засобів, які використовуються у текстах навчальних та науково-популярних книг з фізики при роз'яснюванні ідей і доведенні тверджень. Будуть представлені елементи методики ознайомлення учнів з цими засобами. Але наразі зробимо два попередніх зауваження.

По-перше, ця методика будується на ідеї використання прикладів, які ілюструють те, чого вчитель намагається навчити учнів. Ці приклади були відібрані з учнівських робіт і підручників фізики [2; 7], або спеціально складені нами.

По-друге, пропонована у цій статті методика ґрунтується на психологічній теорії поетапного формування розумових дій П.Я. Гальперіна [4] та єдиній теорії психічних процесів Л.М. Веккера [3]. Зробимо короткі пояснення щодо останнього зауваження.

Розуміння фізичного тексту часто потребує досить складних розумових операцій. А згідно з теорією П.Я. Гальперіна, для успішного формування розумових дій необхідно спочатку їх матеріалізувати, розгорнувши у зовнішньому плані. Це досягається у багатьох випадках завдяки побудові вдалих схем, які відбивають синтаксичні зв'язки у реченнях.

Теорія Л.М. Веккера розкриває механізм людського мислення, який фактично пояснює необхідність перекодування синтаксичних структур речень з текстової форми у графічну. Узгодження між собою різних форм вираження тієї самої думки викликає в учнів відчуття розуміння прочитаного. Отже, приклади, про які йшлося у першому зауваженні, мають переконувати учнів у доцільності зазначеного перекодування інформації. На початку навчання це перекодування буде проходити у розгорнутому матеріалізованому вигляді, а потім — у внутрішньому (ментальному) плані.

Виклад основного матеріалу. Лінгвістика знає низку об'єктивних засобів, які перетворюють комбінацію слів на осмислений вираз. Увесь набір так званих синтаксичних засобів (неоднаковий у різних мовах) робить з мови об'єктивну систему кодів, що дозволяє конструювати думку і виражати будь-які найскладніші зв'язки і відносини [8, с. 272].

У мовознавстві прийнято розрізняти *два основних типи* повідомлень (комунікацій), які позначаються термінами "комунікація події" і "комунікація відношення". Під "комунікацією події" розуміють повідомлення про якийсь факт, виражений у реченні. Характерна особливість цього виду повідомлень полягає у тому, що виражене словами може бути подане у наочній картині. Іншими словами, наочно-образний зміст явно переважає у цьому виді повідомлень над вербально-логічним.

Зовсім інший характер носить "комунікація відношення". Існують такі вирази, які не означають ніяких подій, але формулюють певні відношення. Значення цих конструкцій не можна передати у наочній картині. Вони виражають не ті реальні події, в які вступають предмети, а логічні відношення між речами, і використовують такі способи оформлення думок, які притаманні не стільки наочно-образному, скільки більш складному вербально-логічному мисленню. Природно, що наочна ситуація, вказівний або описовий жест, міміка й інтонація не можуть надати допомогу у розкритті значень цих конструкцій. У даному випадку вся повнота відносин, що ними виражається, має бути подана виключно граматичною структурою та порядком тих слів, які їх складають, а також розділовими знаками [8, с. 272].

Тут треба зробити важливе зауваження. Розвинута мова як об'єктивна система кодів має синтаксичні засоби для вираження найскладніших думок. Примітивні мови не забезпечують подібних потреб. Але окремій людині, щоб думати про складні

речі та спілкуватися на складні в інтелектуальному плані теми, необхідно оволодіти можливостями, які надає розвинута мова. Оволодіння ж синтаксичними структурами сучасної розвинутої мови неможливе без створення у свідомості людини, яка оволодіває цією мовою, відповідних образів. Звичайно, що ці образи кардинально відрізняються від тих наочних картин, про які йшлося у випадку повідомлень типу "комунікація події". Для створення образів, які б відповідали синтаксичним структурам, можна скористатися різного роду схемами.

Аналізуючи різні види речень, можна помітити, що деякі з них значно ширше представлені в навчальній літературі з фізики порівняно з художньою літературою. Розглянемо детальніше деякі з синтаксичних конструкцій, які за нашими спостереженнями не завжди зрозумілі учням.

У мовознавстві речення умовно поділяють на *прості* та *складні*. Почнемо з розгляду простих речень (простих у термінах лінгвістики, але вони можуть бути суб'єктивно складними для деяких учнів). У цих реченнях лише одна граматична основа. Її складають головні члени речення (*підмет*, що означає предмет розгляду, та *присудок*, що означає дію, стан або ознаку підмета). Існують випадки, коли в простому реченні присутній тільки один головний член речення. Прості речення можуть ускладнюватися однорідними членами речення, звертаннями, вставними словами та словосполученнями. Тоді вони так і називаються **—** *ускладнені прості речення*.

Розглянемо прості речення, що ускладнені однорідними членами завдяки засобам вираження сурядного зв'язку. Приклади, що будуть наведені, мають форму "мовних" завдань з можливими варіантами їх виконання та методичними коментарями.

Приклад 1. *Густина заліза менша за густину нікелю,* ***але*** *більша за густину алюмінію.*

Яка з цих речовин має найбільшу, а яка — найменшу

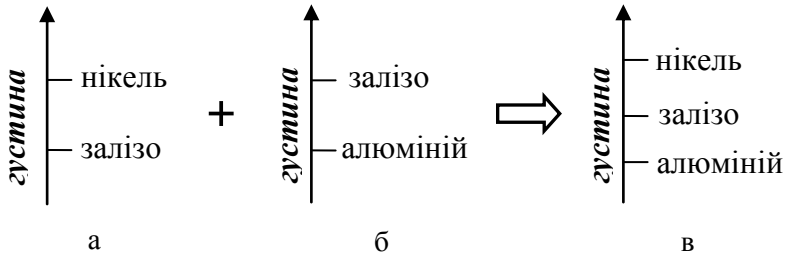
густину?

Висновок необхідно робити, використовуючи лише надану інформацію!

У навчальних текстах з фізики речень такого типу чимало. І якщо учні не відповідають вірно на контрольне запитання, то це свідчить про існування певних проблем з розумінням подібних речень. Виникає потреба в організації цілеспрямованої роботи з усунення виявленого недоліку. Для цього учням пропонується розташувати назви речовин у послідовності збільшення густини, відбиваючи інформацію, подану у текстовій формі, на умовній осі густин. Першу частину речення ("*Густина заліза менша за густину нікелю*") можна перетворити у схему, що подана на рис. 1а.

Друга частина речення пов'язана з першою спільним підметом (*густина заліза*). Якщо його пов'язати з присудком, який міститься у другій частині речення, то отримаємо: "*Густина заліза більша за густину алюмінію*". Відповідна схема подана на рис. 1б.

Тепер неважко об'єднати отримані дві схеми в одну (рис. 1в), і відповідь на запитання можна просто "побачити". Створення вдалого просторового образу дозволило зробити очевидними співвідношення між густинами порівнюваних речовин.



а б в

Рис. 1

Спробуємо скористатися подібним прийомом у дещо складнішому випадку.

Приклад 2. ***Як*** *густина спирту,* ***так і*** *густина гліцерину, менша за густину ртуті.*

Яка з цих речовин має найбільшу, а яка — найменшу густину?

Висновок необхідно робити, використовуючи лише надану інформацію!

На відміну від попереднього прикладу, де інформація була подана з використанням двох термінів: “більше” та “менше”, у розглядуваному реченні порівняння здійснюється за допомогою лише одного — “менше”. У цьому плані воно має бути простішим для розуміння. Проте багатьом воно здається навіть заплутанішим, оскільки з наведеної інформації неможливо зробити висновок, яка з речовин має найменшу густину — спирт чи гліцерин. Хоча відповідь щодо найбільшої густини легко встановити за допомогою таких самих лінійних схем, як і у попередньому випадку.

Дійсно, з інформації, що міститься у розглядуваному реченні, не можна обрати один з трьох можливих варіантів, які подані на рис. 2. Але у кожному з них ртуть посідає вищу сходинку. Тобто можна зробити висновок щодо речовини, яка має найбільшу густину.

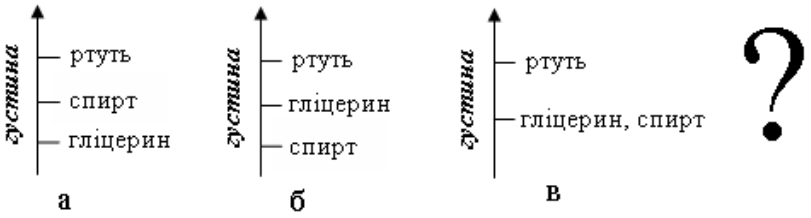


Рис. 2

У даному завданні контрольне запитання стосувалося і найменшої густини. На цю частину запитання можна відповісти

так: “З наведеної у реченні інформації немає можливості зробити висновок щодо речовини з найменшою густиною”. Слід зазначити, що тут йдеться лише про розуміння змісту даного речення. Звичайно, учні можуть встановити, що густина спирту менша за густину гліцерину. Але для цього їм треба подивитися у довідник чи згадати відповідні дані.

Перейдемо далі до розгляду *складних* (за мовознавчою термінологією) речень. Вони, на відміну від *простих*, містять не менше двох граматичних основ. Ці речення умовно поділяють на *складносурядні* та *складнопідрядні*. Складносурядними є такі речення, частини яких рівноправні за змістом і пов’язані сурядним зв’язком за допомогою сполучників сурядності. Складнопідрядні речення мають нерівноправні за змістом частини, які поєднуються сполучниками підрядності чи сполучними словами.

Розглянемо докладніше складнопідрядні речення. Одна з частин таких речень є незалежною. Її називають *головним* реченням. Від головного речення можна поставити запитання до залежного речення, яке називають *підрядним*.

Приклад 3. *Температура плавлення вольфраму більша за температуру плавлення золота,* ***яка****, у свою чергу, менша за температуру плавлення заліза.*

Яка з цих речовин має найбільшу, а яка — найменшу температуру плавлення?

Висновок необхідно робити, використовуючи лише надану інформацію!

Тут головним є речення *“Температура плавлення вольфраму більша за температуру плавлення золота”*. До нього за допомогою сполучного слова “*яка*” приєднується підрядне речення. Його зміст можна передати таким простим реченням: *“Температура плавлення золота менша за температуру плавлення заліза”*.

Вставні слова “у свою чергу” в залежній частині вихідного

складнопідрядного речення вказують, що з температурою плавлення заліза порівнюється температура плавлення золота, а не вольфраму.

Далі звернемося до побудови наочних образів двох простих речень, які ми отримали, та висновку з них (рис. 3).

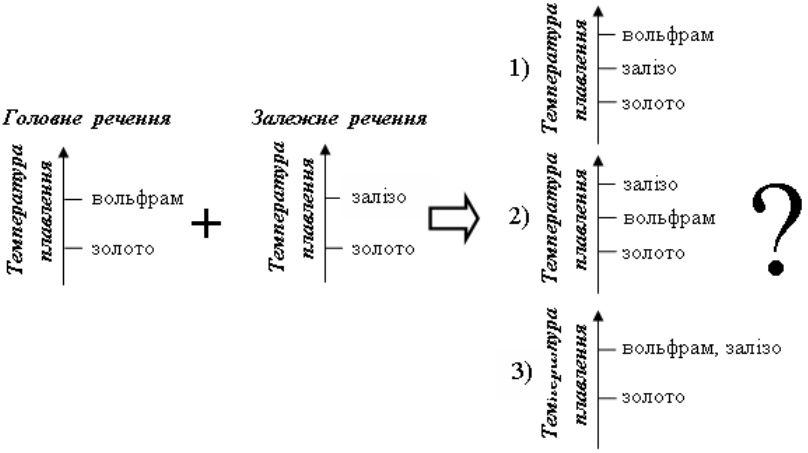


Рис. 3

Як бачимо, найменшою виявляється температура плавлення золота. Проте з'ясувати, яка з речовин має найбільшу температуру плавлення, лише за інформацією, що міститься у реченні, неможливо.

Розглянемо далі, як розбір речень за допомогою схем допомагає учням навчатися бачити синтаксичні помилки у фізичних текстах.

Приклад 4. ***В одному з підручників для 8-го класу можна знайти таке речення, в яке вкралася друкарська помилка (одна буква замінена іншою):*** "У цьому плані є й принципові труднощі: електрон поводить себе і як частинка (корпускула), яку можна уявити як кульку мікроскопічних розмірів, і як хвилю (хвильовий пакет)" [2].

Знайдіть <u>із синтаксичних міркувань</u> цю помилку і

виправте її.

Ще раз підкреслимо, що цілеспрямована робота зі схемами речень особливо необхідна на першому етапі навчання фізики, коли прийоми роботи з текстами фізичного змісту в учнів ще несформовані. Згодом потреба у побудові таких схем у зовнішньому плані зникне — відбудеться перехід цієї дії у план внутрішній (розумовий). Але вони ще стануть у пригоді, коли треба наочно пояснити свою думку іншій людині, або в особливо складних випадках.

Цей приклад цікавий тим, що він адресований учням 8-го класу, які вперше зустрічаються з так званим корпускулярно-хвильовим дуалізмом. Їм ще складно орієнтуватися на фізичний зміст речення (тобто керуватися *семантичними* міркуваннями), але вони можуть спробувати проаналізувати синтаксичні конструкції, що містяться у запропонованому для розгляду реченні. У даному випадку доречною є підказка стосовно того, що одну букву треба *замінити*, а не *переставити* в інше місце. До цього зауваження ми ще повернемося.

Для виконання завдання корисно побудувати схему, що відображатиме ту частину речення, яка йде після двокрапки (див. рис. 4а). Після такого графічного подання синтаксичної структури речення стає очевидним, що конструкція "*і як…, і як…*" вимагає *однакового* узгодження відмінків іменників *частинка* і *хвиля* з дієсловом, яке керує ними.

Якщо б у завданні не було вказівки *замінити* одну букву, то можна було б отримати синтаксично правильну конструкцію, схема якої подана на рис. 4б, переставивши одну букву у вихідному реченні з одного місця на інше. Але у цьому випадку був би спотворений фізичний зміст, бо дуалізм *корпускулярно-хвильовий*, а не *кульково-хвильовий.* Для розуміння останнього речення зверніть увагу на розташування слів *частинка* (*корпускула*), *хвиля* (*хвильовий пакет*) і *кулька* у схемах, що порівнюються!

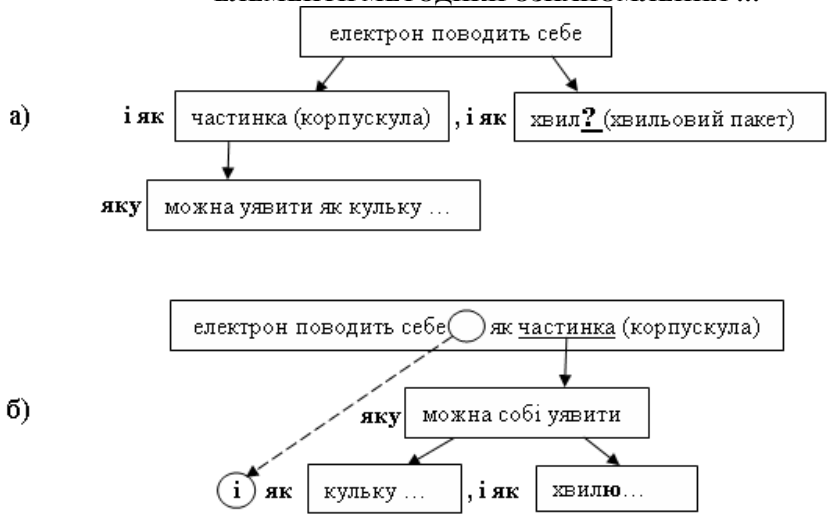


Рис. 4

Приклад 5. ***В одному з підручників для 8-го класу є таке речення:*** "На основі численних спостережень за випромінюванням атомами водню світла Нільс Бор розвинув далі планетарну модель атома і показав, що **радіуси орбіт електронів у атомі не можуть бути довільними — електрони у атомі можуть перебувати лише на так званих "дозволених" орбітах, які відповідають дискретним значенням їх енергій"** (виділено авторами підручника [2]).

Що випромінюється атомами водень чи світло? Як переставити слова у реченні так, щоб зняти цю синтаксичну невизначеність?

Декому перше запитання може здаватися зовсім безглуздим, але не сучасним школярам, бо для них слова *атом* і *водень* не поєднуються у словосполучення *атом водню*. На уроках хімії вони вчили *Гідроген*, а не *водень*. Тому для них і *атом водню*, і *водень світла* — практично однаково незрозумілі словосполучення.

Для оформлення цього речення у більш зрозумілій формі

достатньо слово *світло* поставити безпосередньо після слова *випромінювання*. Така перебудова речення може бути подана у вигляді відповідної схеми (див. рис. 5).

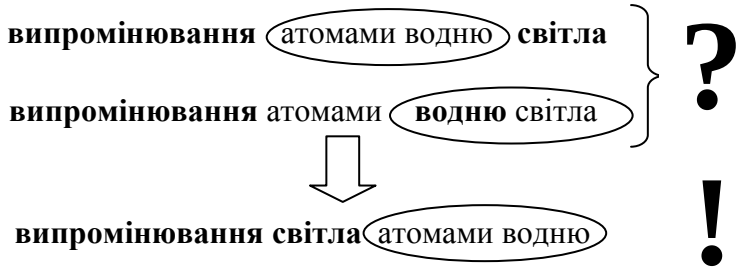


Рис. 5

Як бачимо, перенесення лише одного слова у реченні допомагає уникнути синтаксичної невизначеності, яка може породжувати у сучасних школярів безглузді (з точки зору старшого покоління) запитання. Після такої перебудови речення учні мають вже зрозуміти, що існують якісь *атоми водню*. А це може підштовхнути їх до власного маленького дослідження щодо історії термінів, які є спільними для хімії та фізики.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Загальне завдання навчити учнів мови фізики не може бути зведене виключно до організації термінологічної роботи. Виявляється, що у школярів під час читання орієнтованих на них фізичних текстів виникають ускладнення не лише з новими термінами. Незвичними і складними для них є також деякі синтаксичні конструкції, які використовуються авторами цих текстів. Без спеціального ознайомлення зі специфічними синтаксичними засобами, які дозволяють на письмі висловлювати і обґрунтовувати фізичні ідеї, не можна сподіватися на успішну самостійну роботу учнів з підручником і додатковою навчальною та науково-популярною літературою.

Методика навчання учнів мови фізики, що розробляється нами, передбачає ознайомлення школярів із синтаксичними

засобами, які використовуються у фізичних текстах навчального призначення. У цій статті розглянута лише загальна ідея і наведені декілька прикладів "мовних" завдань, для виконання яких учням пропонується будувати схеми, що відбиватимуть синтаксичні зв'язки слів у реченні. Отримавши навички побудови таких схем у зовнішньому (матеріальному) плані, школярі поступово переводять цей процес, як і передбачалося теорією поетапного формування розумових дій П.Я. Гальперіна, у внутрішній (ментальний) план.

Критерієм розуміння учнем конкретної синтаксичної структури виступає його здатність, у відповідності до єдиної теорії психічних процесів Л.М. Веккера, за заданим реченням правильно побудувати схему і відповісти за схемою на контрольні запитання.

Багато ще питань методики ознайомлення учнів з синтаксичними засобами навчальних фізичних текстів залишилося поза межами даної статті. Найближчим часом ми плануємо підготувати окрему статтю, присвячену системі розділових знаків (пунктуації), а потім — так званим структурним словам.

Література:

1. Бугаёв А.И., Ляшенко А.И. Об определении физических понятий // Физика в школе. – 1978. – № 4. – С. 66-68.

2. Бугайов О.І., Мартинюк М.Т., Смолянець В.В. Фізика. Астрономія: Пробн. підручник для 8 кл. серед. шк. / За ред. проф. О.І. Бугайова. – К.: Освіта, 1996. – 367 с.

3. Веккер Л.М. Психика и реальность: единая теория психических процессов. – М.: Смысл, 1998. – 685 с.

4. Гальперин П.Я. Введение в психологию: Учебное пособие для вузов. – М.: Книжный дом "Университет", 2000. – 336 с.

5. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Освіта України. – № 5 (500), 20 січня 2004. – С. 1-13.

6. Касперський А.В. Система формування знань з радіоелектроніки у середній та вищій педагогічних школах. – К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2002. – 325 с.

7. Коршак Є.В. та ін. Фізика, 8 кл.: Підручник для серед. загальноосвіт. шк. /Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко – Київ; Ірпінь: ВТФ "Перун", 1999. – 200 с.

8. Лекции по общей психологии / А.Р. Лурия. – СПб.: Питер, 2004. – 320 с.

9. Мацько Л.І., Сидоренко О.М. Українська мова: Посібник. – К.: Либідь, 1996. –432 с.

10. Пасічник Ю.А., Заболотний В.Ф., Мисліцька Н.А., Моргунюк В.С. Проблеми використання державних стандартів в розбудові сучасної дидактики фізики // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільского державного університету: Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільский, 2005. – Вип. 11. – С. 157-160.

11. Решанова В.И. Развитие логического мышления учащихся при обучении физике. – М.: Просвещение, 1985.– 92 с.

12. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Методика ознакомления учащихся с языком физической науки // Методические рекомендации по физике. – Вып. 13. / Под ред. П.И. Самойленко. – М. Высш. шк., 1990. – С. 48-88.

13. Сергієнко В.П. ГДІ Курс фізики: Навч. посібник. – К.: Майстер-клас, 2006. – 368 с.

14. Шут М.І., Бережний П.В., Касперський А.В. "Мова" фізики. Довідковий навчальний посібник. – К.: НПУ, 2000. – 37с.

МЕТОД КЛЮЧОВИХ СЛІВ ПРИ РОБОТІ З ТЕКСТАМИ УМОВ І РОЗВ'ЯЗКІВ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ[18]

Ю.П. Мінаєв, Н.І. Тихонська

Метод ключових слів як евристика при розв'язуванні фізичних задач

Існує багато класифікацій фізичних задач за різними ознаками. Так, Б.С. Бєліков, розглядаючи тільки теоретичні фізичні задачі, поділяє їх на непоставлені та поставлені, а поставлені, у свою чергу, на елементарні, стандартні та нестандартні задачі [1, с. 14]. Остання класифікація ґрунтується на досить важливій особливості самого процесу розв'язування. Мова йде про засоби, необхідні і достатні для одержання розв'язку тієї чи іншої задачі з фізики [1, с. 31].

За означенням Б.С. Бєлікова, нестандартна — це поставлена задача, але застосування в процесі її розв'язування лише "звичайних" законів і методів не приводить до мети: система рівнянь виявляється незамкненою.

Коментуючи це означення, його автор пише: "Залишається неврахованим якесь "дещо" (що і робить задачу нестандартною), деяка "родзинка", про яку треба якось догадатися. Безумовно, про те, як догадатися, як її відшукати, ніяких загальних і універсальних практичних порад, мабуть, тут дати не можна" [1, с. 33].

Розглядаючи підходи до діяльності з розв'язування фізичних задач виокремлюють алгоритмічний і евристичний [2, с. 114].

Зрозуміло, що розв'язання нестандартної задачі без евристичного підходу неможливе. Як потужну евристику при

---

[18] ***Стаття опублікована у наукових записках Кіровоградського державного педагогічного університету*** (Наукові записки. — Вип. 46. Серія: Педагогічні науки. — Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. — 2002. — С. 87-90).

розв'язуванні фізичних задач ми пропонуємо метод, який можна було б назвати методом ключових слів. Наш досвід свідчить, що привчаючи школярів і студентів уважно ставитись до тексту умови, робити його ретельний аналіз, виділяти ключові слова, ми сприяємо переходу наших учнів на якісно новий рівень умінь, які потрібні для розв'язування фізичних задач.

Продемонструємо, як цей метод дозволяє знайти те саме "дещо", ту саму "родзинку", про які пише Б.С. Бєліков. Зробимо це, скориставшись задачею, що наведена в цитованому посібнику як приклад нестандартної [1, с. 33].

Приклад 1. Дві матеріальні точки масами m_1 і m_2 (причому $m_1 > m_2$) зв'язані невагомою і нерозтяжною ниткою, як показано на рис. 1. Блоки невагомі. Знайти силу натягу нитки у процесі руху тіл.

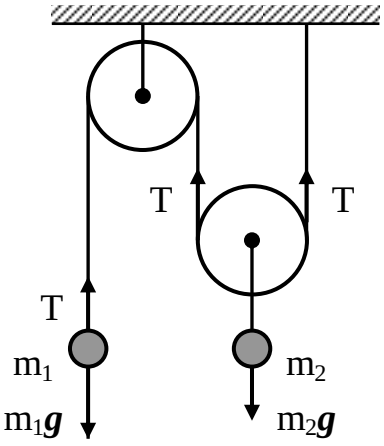


Рис.1

Для розв'язання цієї задачі автор посібника застосовує метод, який він називає методом аналізу фізичної ситуації. Після з'ясування (не дуже короткого) того, що задача пов'язана з основною задачею динаміки матеріальної точки, до тіл m_1 і m_2 застосовується другий закон Ньютона:

$$m_1 g - T = m_1 a_1,$$

$$2T - m_2 g = m_2 a_2,$$

де T — сила натягу нитки.

Далі автор констатує, що конкретні закони динаміки вичерпані, і застосовує конкретні закони кінематики:

$$S_1 = a_1 t^2 / 2, \qquad S_2 = a_2 t^2 / 2.$$

Після цього йдуть нові спроби проаналізувати умову і знайти те саме "дещо". Але вони ні до чого не приводять. Далі, за текстом, йде дуже емоційний опис інсайту: "І раптом як блискавка — здогад: адже ж $S_1 = 2S_2$! Чому? Але це ж так просто! Здогад насправді вірний, і це співвідношення можна обґрунтувати. Далі розв'язок задачі вже дійсно очевидний" [1, с. 34].

Обґрунтування зазначеного співвідношення у посібнику так і не наводиться. Вважається, мабуть, що читач і сам це без проблем зробить. Але наш досвід свідчить, що для багатьох школярів та студентів тут є над чим замислитися. Не простими виявляються і такі питання:

1) З яких слів в умові задачі випливає, що натяг буде однаковим уздовж усієї нитки?

2) Чому на тіло m_2 діє сила натягу $2T$?

З нашої точки зору всі ці питання подібні, бо всі три (включаючи питання про обґрунтування співвідношення $S_1 = 2S_2$) стосуються ключових слів в умові задачі: нитка невагома і нерозтяжна, блоки невагомі. Щоправда, є обставина, якої в умові задачі в явному вигляді немає, але її треба враховувати для отримання наведених вище рівнянь: відсутність тертя.

Яка ж причина того, що для автора згаданого посібника існує принципова різниця між питаннями про натяг і про співвідношення між шляхами, що пройшли тіла за певний час? Чому питання про натяг і не виникали, а для з'ясування співвідношення між шляхами знадобився інсайт?

На наш погляд, це може бути пов'язано з тим, що до рівнянь, куди входять натяг нитки, просто "звикли" (згадаємо про "звичайні" закони і методи в означенні нестандартної

задачі, що дає Б.С. Бєліков). Дійсно, такі самі рівняння пишуть і у стандартних задачах, не обговорюючи питань про натяг нитки, про те, як відповіді на них пов'язані з відповідними ключовими словами. При цьому учні привчаються не звертати увагу на такі слова в умові задачі, як **невагома** і **нерозтяжна** та інші, що є ключовими для розв'язку. Ці слова виступають в умові як якийсь фон, про призначення якого не мають уявлення, за нашими спостереженнями, не тільки учні, а й деякі вчителі фізики. А що буде, скажімо, якщо блок або нитка будуть мати ненульову масу? Від таких питань відвертаються.

А яке співвідношення між прискореннями тіл витікає з нерозтяжності нитки? Так питання не ставлять, бо не пов'язують співвідношення між прискореннями з нерозтяжністю нитки. Коли розглядають стандартну задачу про два тіла, що зв'язані ниткою, перекинутою через нерухомий блок, то всім зрозуміло, що, якщо одне тіло йде вниз з певним прискоренням, то друге буде йти вверх з таким самим за модулем прискоренням. Це очевидно, бо розглядуваний процес руху легко наочно собі уявити. І ця наочна очевидність відкидає потребу формального виведення рівності величин прискорень у цьому простому випадку з ключового слова умови задачі, а саме з нерозтяжності нитки.

Коли система трохи ускладнюється, то задача оголошується нестандартною, і при її розв'язуванні ми чекаємо на інсайт. Складається таке враження, що та блискавка, про яку пише Б.С. Бєліков, знов допомогла наочно уявити всю ситуацію і записати шукане співвідношення. А якщо система блоків буде набагато складнішою, то скільки часу нам доведеться чекати на ту блискавку, яка зробить нам очевидним співвідношення між прискореннями? З іншого боку, рівняння, яке накладає обмеження на прискорення, автоматично витікає з нерозтяжності нитки. Таким чином, виведення необхідного співвідношення можна зробити стандартною операцією.

У чому ж полягає та евристика, яку ми пропонуємо назвати методом ключових слів? Фактично, вона зводиться до рекомендації приділяти серйозну увагу тексту умови задачі і “чіплятися” до кожного слова як під час самостійного розв’язування, так і при ознайомленні з уже готовими розв’язками. З одного боку, це буде сприяти накопиченню усвідомленого досвіду і, відповідно, переводу задач з розряду “нестандартних” до розряду “стандартних”. З іншого боку, метод ключових слів можна розглядати як евристику, бо він спрямовує пошук, хоча не дає алгоритму. Зрозуміло, що питання “Яке рівняння випливає з того, що нитка не змінює своєї довжини?” дає більш спрямований поштовх тому, хто розв’язує задачу, ніж знання про те, що потрібно знайти якесь “дещо”, яке дозволить зробити систему рівнянь замкненою.

Фізичні терміни в ролі ключових слів в умові задачі

Ключовими словами в умові задачі можуть бути фізичні терміни. У більшості умов тренувальних задач присутні саме ключові слова-терміни. І це зрозуміло, бо такі задачі призначені для закріплення учнями теоретичного матеріалу з фізики.

Розглянемо, для прикладу, як зі змісту відповідних фізичних термінів витікає розв’язок відомої задачі.

Приклад 2. Температура повітря t_0 = 20°C, точка роси t_p = 10°C. Знайти відносну вологість повітря.

За означенням відносної вологості, вона дорівнює помноженому на сто відсотків відношенню парціального тиску водяної пари p, яка міститься в повітрі, до тиску p_0 насиченої пари при даній температурі:

$$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\ \% .$$

Якщо p_0 можна знайти за допомогою таблиці для залежності тиску насиченої водяної пари від температури, то

звідки взяти p? Очевидно, що для цього треба розуміти, що таке точка роси. Згадаємо, що на практиці відносну вологість можна знайти, наприклад, за допомогою конденсаційного гігрометра шляхом визначення точки роси, тобто температури, при якій водяна пара, що міститься в повітрі, стає насиченою. Найважливішим є те, що парціальний тиск водяної пари під час охолодження не змінюється. Тобто тиск насиченої водяної пари при температурі точки роси дорівнюватиме парціальному тиску водяної пари, який ми позначили через p, що міститься в неохолодженому повітрі. Таким чином, тиск p, який потрібно підставляти до кінцевої формули, знаходиться за тією самою таблицею, бо він дорівнює тискові насиченої водяної пари при температурі точки роси.

Звернемо увагу на той факт, що поняття точки роси в шкільних підручниках і посібниках уводиться інколи неправильно. У результаті учні примушені запам'ятовувати послідовність дій для отримання правильної відповіді у наведеній вище задачі, не розуміючи, як можна їх пов'язати з означенням точки роси, яке наведено в підручнику. Тут потрібна досить велика за розміром цитата.

"Якщо ненасичену пару охолоджувати, то її тиск буде зменшуватися у відповідності до закону Шарля, тобто залежність $p(T)$ буде лінійною. При досягненні певної температури T_p, що називається *точкою роси*, пара стає насиченою і подальше охолодження призводить до її часткової конденсації: на стінках посудини з'являється роса. *Температуру, при якій пара (газ) переходить у стан насичення, називають точкою роси* " [3, с. 37]. При чому тут закон Шарля? Про яку посудину йде мова?

Дійсно, таке означення точки роси неможливо пов'язати з правильним розв'язком розглядуваної задачі. Цікаво те, що на

наступній сторінці того ж самого підручника правильно описана послідовність дій при користуванні конденсаційним гігрометром.

Таким чином, навіть коли ключовими словами в умові задачі виступають фізичні терміни, інколи виникають проблеми.

Мова задачної культури

Випадок, коли ключовими словами в умові задачі виступають фізичні терміни, у деякому розумінні, є простим. Якщо не знаєш відповідного терміна, то треба звернутися до теоретичного матеріалу і з'ясувати, що цей термін означає. Інша річ, коли словами, важливими для розв'язання задачі є такі, котрі не привертають до себе увагу, бо є словами повсякденного лексикону. У цьому випадку учні їх просто "не помічають" в умові задачі, а якщо спеціально звернути на ці слова їхню увагу, то на початку навчання мови фізичних задач це практично не допомагає. Треба на досить великій кількості прикладів розібрати, як з таких слів можна отримувати конкретні рівняння, необхідні для розв'язання задачі, щоб кращі учні почали робити це самостійно.

Іншими словами, існує певна задачна культура зі своєю специфічною мовою, якої треба навчати, бо залучення до цієї культури є необхідною справою, коли мають на меті навчити учнів розв'язувати фізичні задачі. Знання теоретичного матеріалу і певних алгоритмів розв'язування стандартних задач не є достатнім. І якщо необхідність навчати алгоритмів і навіть оригінальних методів розв'язування задач усвідомлюється багатьма вчителями і вченими-методистами, то проблема навчання специфічної "задачної" мови тільки зараз піднімається у науково-методичній літературі [4]. А ця мова, яка склалася за часи існування фізичних задач, має свої певні закони і тенденції розвитку. З'являються нові задачі, які ламають усталене сприйняття деяких ключових слів. Так, слово "пружний" не завжди означає, що можна вважати незмінною механічну

енергію, а тіла, які “непружно зіткнулися”, не завжди полетять після зіткнення, як одне тіло. Навіть традиційне сприйняття слів “відірвалося від поверхні” може привести до відповіді, що не витримує перевірки на граничні випадки.

Всі ці речі не є секретом для людей, які професійно займаються розв’язуванням задач, готуючи своїх учнів на високому рівні до олімпіад та вступних іспитів до вищих навчальних закладів. А ті школярі, хто не має можливості особисто спілкуватися з такими професіоналами, у більшості випадків не будуть залученими до “задачної” культури. Залишаючи справу на рівні “усної народної творчості”, ми фактично стримуємо розвиток здібностей до фізичних наук у великої кількості учнів.

Ми вже мали нагоду звернути увагу фахівців з дидактики фізики на необхідність навчання мови фізичних задач майбутніх учителів [4]. Але закликами, доведенням необхідності та навіть переробкою програми практикуму з розв’язування фізичних задач в окремо взятому університеті справу не вирішити. Потрібні більш масові заходи: статті різних авторів у доступних для школярів і вчителів виданнях, лекції і практичні заняття в інститутах післядипломної освіти, окремі посібники, спеціально присвячені фізичній мові, зокрема, мові фізичних задач.

Тут треба наголосити, що засвоєння мови, про яку йдеться, не є кінцева мета. Але це необхідний етап на шляху до серйозної творчої роботи в галузях, де фізика є фундаментом. Тому цей етап треба пройти у досить високому темпі. А для цього, відповідно, потрібна допомога школярам з боку дорослих. І не тільки в усній формі, а й у вигляді текстів з відповідним чином написаними розв’язками задач, зі спеціальними завданнями і вказівками до них. Це, безумовно, велика робота. Але її треба виконати. У протилежному випадку великий клас фізичних задач, уся складність яких полягає в недоступності для широкого загалу їхньої мови, так і залишиться у розряді

“нестандартних”, “олімпіадних” і таке інше. І тоді навіть найздібніші учні, витративши багато часу на те, щоб самотужки навчитися розв’язувати такі задачі, надто пізно прийдуть до дійсно дослідних задач.

Може скластися враження, що краще за все просто “відмінити” такий клас задач. Але подібний заклик був би схожим на заклик до “відміни” культури і повернення до природи. Культуру треба не відміняти, а засвоювати, щоб далі її розвивати. Якщо, звичайно, ми хочемо залишитися людьми.

Джерело дослідних задач

У багатьох випадках в умовах поставлених фізичних задач містяться ключові слова, які вказують на ті обставини, які помітно спрощують процес розв’язування. Але в наведених у збірниках задач розв’язках автори не загострюють увагу читачів на тому, як зміниться або ускладниться процес розв’язування конкретної задачі при вилучені відповідних ключових слів. До чого це призводить при використанні учнями таких збірників з розв’язками?

Можна запропонувати їм знайому задачу, але з вилученими ключовими словами, які вказували на спрощення моделі фізичної ситуації. Такого вилучення практично ніхто не помічає. Відтворюють той розв’язок, який був у збірнику. І тільки після спеціального навчання учні починають звертати увагу на ключові слова, які не відбиваються у конкретних рівняннях, а тільки маються на увазі. Наведемо конкретні приклади.

Приклад 3 (задача № 10.33 зі збірника [5]). Довга, відкрита з обох кінців тонкостінна капілярна трубка радіусом $r = 1{,}0$ мм розташована вертикально. Яка максимально можлива висота h стовпчика води, що знаходиться в трубці?

Коментар. Навіщо сказано, що трубка тонкостінна? Це питання виникає у досить сильних учнів, які вже зрозуміли, що треба звертати увагу на слова, але ще не мають достатнього досвіду самостійного відкриття їхнього призначення в умовах

конкретних задач.

Приклад 4 (задача № 4.27 зі збірника [5]). Санчата з'їжджають з гори, довжина основи якої $a = 5$ м, а висота $H = 2$ м, і проїжджають до зупинки ще $S = 35$ м по горизонтальній площині. Знайдіть коефіцієнт тертя, вважаючи його однаковим на всьому шляху, крім короткої обледенілої ділянки переходу схилу в горизонтальну площину. На цій короткій ділянці тертям можна знехтувати.

Коментар. Навіщо в умові так довго говорять про цю коротку ділянку, адже в розв'язку про неї немає жодного слова? Більш того, ця задача навіть у числових значеннях величин співпадає з задачею зі збірника для загальноосвітніх шкіл, який виходив масовим накладом [6]. І відповідь теж співпадає. Але в умові, яка наведена у поширеному збірнику нічого не сказано про коротку обледенілу ділянку. Складається враження, що автори сучасного збірника з розв'язками [5], який адресований у першу чергу учням фізико-математичних шкіл, щось таке знають, але не поспішають видати цю таємницю читачеві. А може сподіваються, що учні та їхні вчителі самі знайдуть відгадку?

На жаль, більшість учнів та й учителів просто не звертають на подібні речі увагу. А саме тут можуть виникати цікаві проблеми для навчально-дослідних робіт школярів.

Зазначимо, що у 1992/93 навчальному році десятикласник фізико-математичного ліцею № 105 м. Запоріжжя Дмитро Бахур посів перше місце на обласному етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідних робіт школярів саме з дослідженням випадку відсутності обледенілої ділянки.

У той час ще не було збірника з розв'язками, який ми тут згадували [5]. Зараз же він існує і може давати теми для досліджень багатьом школярам. В умовах задач цього збірника ключові слова, за які й треба "чіплятися" виписані дуже

ретельно. Читачу залишається лише запитати себе: “А що буде, якщо вилучити ці слова з умови задачі?” Ось проблема для дослідження і готова.

А про результати таких досліджень буде корисно дізнатися і учням, і вчителям, бо там будуть виявлені межі застосування тих спрощених моделей фізичних явищ, які розглядаються в звичайних задачах.

Звернемо тут ще раз увагу на той факт, що іноді традиційне розуміння ключових слів в умові фізичної задачі приводить до відповіді, що збігається з наведеною у збірнику, але не витримує критики на граничні випадки. І тоді доводиться переглядати традиційне тлумачення цих слів. Докладний опис такої ситуації наведено в [7].

Зазначимо наприкінці, що метод ключових слів може використовуватися і як засіб контролю за глибиною засвоєння ідей розв’язків фізичних задач. Таке його застосування заслуговує на окремий розгляд.

Література:

1. Беликов Б.С. Решение задач по физике. Общие методы: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высш. шк., 1986. –256 с.

2. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв’язуванню і складанню фізичних задач: (теоретичні основи) /Наук. ред. С.У. Гончаренко. –К.: ТОВ “Міжнар. фін. агенція”, 1997. – 177 с.

3. Физика: Учеб. для 10 кл. сред. шк./ Н.М. Шахмаев, С.Н. Шахмаев, Д.Ш. Шодиев. – М.: Просвещение, 1991. – 240 с.

4. Афанасьєва Н.І. (Тихонська Н.І.), Мінаєв Ю.П. Навчання мови фізичних задач майбутніх учителів// Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Випуск 42. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2002. – С.150 – 153.

5. Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. 1001 задача по физике с ответами, указаниями, решениями. –“МОБИ-ДИК”, Харьков, 2001. – 351 с.

6. Рымкевич А.П., Рымкевич П. А. Сборник задач по физике для 8-10 классов средней школы. –9-е изд. –М.: Просвещение, 1984. –192 с.

7. Минаев Ю.П., Самойленко П.И., Цыганок М.Н. Анализ ответа физической задачи и переосмысление ключевых слов в ее условии// Среднее профессиональное образование. –2002.– № 3.– С.54-56.

ГЛАВА 4

Идеи могут быть обезврежены только идеями.
Оноре де Бальзак

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОЦИОНИКИ В ДЕЛЕ РАЗРАБОТКИ ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ДИДАКТИКИ ФИЗИКИ[19]

И.П. Кенева, Ю.П. Минаев, Д.Ю. Шишлов

Личностно-ориентированному образованию в настоящее время посвящены не только отдельные научно-методические статьи, монографии, диссертации, но и специальные параграфы в учебниках по современной дидактике [10]. Авторы работ по теории и методике обучения физике тоже не оставляют эту тему без внимания. Однако изучение литературных источников, посвященных проблемам личностно-ориентированного образования, приводит нас к выводу об отсутствии надежного теоретического фундамента, на котором могло бы успешно строиться здание личностно-ориентированной дидактики. Без такого прочного основания разработка столь важного направления теории и методики обучения будет пробуксовывать. Таким образом, возникает проблема поиска надежной поддержки со стороны фундаментальных наук,

[19] ***Стаття опублікована у збірнику наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету*** (Серія педагогічна: Дидактика фізики і підручник фізики (астрономії) в умовах формування Європейського простору вищої освіти. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2007. — Вип. 13. — С. 133-136).

которая сделала бы исследования в прикладной науке, каковой является дидактика, более целенаправленными и осмысленными.

Одну из наиболее откровенных констатаций кризиса теоретических основ личностно-ориентированного обучения мы обнаружили в относительно новом переводном учебнике по прикладной педагогической психологии [6]. В главе, посвященной гуманистическим подходам к обучению, автор учебника Ги Лефрансуа делает обзор большого количества современных исследований, связанных с обсуждаемой нами темой. Так, в подразделе “Стили научения” он приводит объяснения исследователей, непосредственно изучавших вопрос, почему система традиционного образования хороша для одних, но оказывается плохой для других. Данн и Григгз (на которых ссылается автор учебника) объясняют, что некоторые ученики занимаются не очень хорошо утром, но показывают очень хорошие результаты днем. Некоторые хорошо занимаются в шумных условиях с хорошим освещением; другие выполняют работу наилучшим образом в спокойном месте со смягченным освещением. Некоторые отличаются в условиях применения высокоструктурированных, директивных методов обучения; другие учатся намного лучше в неформальной, неструктурированной обстановке. Некоторым ученикам необходимо, и они хотят, чтобы им говорили что, когда и как нужно делать; другие демонстрируют самые высокие результаты, работая по собственной инициативе. Короче говоря, каждому ученику присущ личный и уникальный стиль научения. Некоторые из этих стилей проявляются в четко различающихся предпочтениях относительно таких переменных, как подходы к изучению материала, способы преподавания и личностные характеристики [6, с. 197].

В конце подраздела, посвященного подходам, ориентированным на стили научения, приведены оценки этих

подходов разными авторами. Так, Рейнер и Райдинг с сожалением отмечают, что современные перечни стилей научения и инструменты, используемые для их оценки, неупорядочены, пространны и включают в себя большой спектр привычек, личностных характеристик и способностей. Они приводят такие примеры: Райфф описал в маленьком буклете несколько десятков стилей научения, которые были идентифицированы в литературе, а позже Стернберг предложил другую классификационную схему, которая включает три *функции*, четыре *формы* и шесть *уровней, сфер* или *уклонов* того, что мы называем *стилями мышления*. Налицо, как утверждают Рейнер и Райдинг, ***острая потребность в обобщении***.

Исследования пока не определили, является ли какая-либо из этих классификаций более полезной, чем остальные, а также не показали со всей ясностью, какие конкретные подходы к обучению с какими стилями лучше всего сочетаются и при каких условиях это может иметь место [6, с. 199].

В другом месте учебника Ги Лефрансуа, подводя итоги анализа работ, посвященных индивидуализированному обучению, приводит такое замечание: “Интересно, что на основе результатов комплексных исследований часто делают достаточно простые и понятные выводы. Что характерно, во многих случаях сами результаты весьма противоречивы, а выводы просты и понятны. Это имеет отношение и к исследованиям индивидуально-методологических подходов. А это, в свою очередь, означает, что на данный момент мы не можем взять из выводов исследователей сколько-нибудь полезную и надежную информацию” [6, с. 303].

Имеется обширная литература по личностно-ориентированному образованию, разработаны соответствующие интересные технологии обучения конкретным учебным предметам, в том числе и физике, а также технологии,

претендующие на общедидактическое значение. Обзоры таких технологий можно найти в [2; 5; 8].

Однако многие технологии, которые находят восторженный прием у одних учителей, встречают яростное сопротивление других и полное безразличие третьих. Кроме того, те учителя, которые пробуют воспользоваться понравившейся им технологией, через некоторое время обнаруживают, что в применении к одним ученикам она действительно дает хорошие результаты, а другие ученики от нее не в восторге. Иногда, правда, дискомфорт последней группы учеников остается незамеченным за эйфорией от успехов той части, для которой новая технология оказалась действительно удачной. В этом случае успехи технологии всячески превозносятся и ее рекомендуют к массовому использованию. А потом — разочарование и забвение. Через некоторое время она, несколько обновленная, возрождается новыми апологетами и опять дает блестящие результаты для отдельных учащихся и даже повышает средний балл на несколько процентов. Маятник качается…

Постепенно происходит осознание необходимости введения понятия *индивидуальной образовательной траектории* со всеми вытекающими последствиями: индивидуальным ученическим целеполаганием, планированием и темпом образовательной деятельности, личностным компонентом содержания образования, выбором оптимальных форм и методов обучения, системы контроля и оценки [10, с. 66].

А.В. Хуторской в “Современной дидактике” сравнивает, как раскрывается понятие “обучение” в так называемой *формирующей* педагогике и в *личностно-ориентированной*: “В формирующей педагогике обучение представляет собой два основных вида деятельности — преподавание и учение: учитель передает ученикам знания, умения и навыки, а ученики их усваивают.

В личностно-ориентированной педагогике обучение — это совместная деятельность ученика и учителя, которая направлена на индивидуальную самореализацию ученика и развитие его личностных качеств в ходе освоения изучаемых предметов. Роль учителя — организация образовательной среды, в которой ученик образовывается, опираясь на собственный потенциал и используя соответствующую технологию обучения" [10, с. 33].

Но как организовать среду, подходящую для всех учеников? А сколько должно быть технологий? И как, к тому же, узнать, какая кому является соответствующей?

Пример подробного описания организации образовательной среды, предусмотренной "обогащающей моделью" обучения математике в основной школе (МПИ-проект — "Математика. Психология. Интеллект"), можно найти в [1].

Однако, обратим внимание на слова одного из авторов этого проекта М.А. Холодной в ее монографии "Психология интеллекта", написанные по поводу проявления и становления интеллектуальной одаренности: "…для этого нужны: время, обогащенная и вариативная предметная среда, увлекающее ребенка дело, его собственные активные усилия по совершенствованию своих возможностей, значимый одаренный взрослый, качественное и индивидуализированное обучение, а также множество достаточно тонких факторов взаимодействия дошкольника или школьника с окружающим миром, которые крайне трудно предвосхитить и спланировать. А дальше? Дальше остается наблюдать, ждать и надеяться" [9, с. 185].

Не очень оптимистично, не правда ли? Не очень оптимистичными были и упоминавшиеся уже нами слова из учебника Ги Лефрансуа о том, что каждому ученику присущ личный и *уникальный* стиль научения, и о том, что попытки типизации этих стилей нельзя признать удачными.

Нам хотелось найти *типологию*, которая была бы связана с врожденными задатками людей и отражала их природные

предпочтения в способах восприятия, обработки и выдачи информации.

Оказалось, что существует специальная наука, которая не только обоснованно выделяет возможные так называемые *типы информационного метаболизма* (ТИМы), но и берется предсказывать в общих чертах характер взаимодействия людей — носителей конкретных ТИМов. Эта молодая наука называется *соционикой*.

Задачу настоящей статьи мы видим в том, чтобы заинтересовать исследователей, работающих в области дидактики физики, а также учителей-физиков перспективами, которые открывает эта наука в деле развития личностно-ориентированного образования, а также предупредить о возможных сложностях на этом пути.

Заметим, что уже опубликованы две наши (И. Кенева, Ю. Минаев) статьи по дидактике физики, где упоминалась соционика [3; 4].

В первой из них был приведен пример написанного нами учебного текста с вопросами для размышлений. При этом указывалось, что такие тексты не рассчитаны на всех без исключения учеников. Более того, предложенное построение текста противоречит некоторым известным дидактическим принципам и правилам традиционной педагогики. Но мы выражали уверенность в том, что такие учебные тексты вызовут интерес у школьников и студентов с определенными ТИМами и подтолкнут их к собственным размышлениям и поискам недостающей информации.

Во второй статье были выделены два крайних подхода к обучению школьников языку физики, названных нами *нормативным* и *развивающим*. С соционической точки зрения мы обосновывали последний подход в применении к обучению учащихся с таким типом информационного метаболизма,

который был присущ многим известным ученым, внесшим революционный вклад в науку.

Настоящей статьей мы хотели бы прямо призвать к продвижению идей и методов соционики в дидактику физики. Однако эти идеи и методы не так уж просты и требуют для своего освоения серьезных усилий со стороны тех исследователей и учителей-практиков, которые захотят ими воспользоваться.

Как известно, в статьях по физике не принято излагать основы используемого математического аппарата. Вряд ли будет уместным в статьях по дидактике излагать основы соционики. Но в настоящее время нельзя без страха быть непонятым так же свободно использовать соционику в работах по дидактике, как это делают по отношению к математике в случае физических исследований. Что же делать в такой ситуации? К счастью, уже опубликовано довольно много пособий по соционике, издаются специализированные журналы, в Украине создан Международный институт соционики, существуют соответствующие сайты в Интернете, проводятся научные конференции.

Однако область применения соционических знаний столь широка, что образовательная тематика теряется в общем потоке. Что же касается использования соционики непосредственно в дидактике физики, то нам неизвестны работы других авторов. Таким образом, учителя-практики не имеют разработанных образовательных технологий или хотя бы конкретных методических указаний по применению соционики в учебном процессе, в частности при обучении физике.

Призывая других исследователей в области дидактики физики к изучению соционики и последующему использованию ее результатов и методов при разработке личностно-ориентированных образовательных технологий, мы не можем не

сказать о тех проблемах, которые могут возникнуть на этом пути.

Как и любая другая наука, соционика имеет свой язык. Характерной особенностью соционической терминологии является наличие в ней большого количества слов, заимствованных из других наук или же из бытового лексикона. Поэтому соционический тезаурус полон таких слов как *логика, интуиция, иррациональность, упрямство, беспечность* и т.д. Разумеется, в соционике эти понятия наполнены специфическим смыслом. Однако многие люди, начинающие знакомиться с соционикой, не вдаются в семантические различия. Отсюда — негодующие возгласы вроде: “Если получилось, что я этик — значит, у меня нет логики?”. Как следствие — отторжение соционики в целом.

Неоднозначность соционической терминологии ярко проявляется и в вопросе названий ТИМов. Среди самих соционików ведутся дискуссии по этому поводу, но пока что каждый автор использует ту систему названий, которая лично ему ближе.

Основоположник соционики Аушра Аугустинавичюте использовала в качестве псевдонимов ТИМов имена известных личностей и литературных героев, являющихся, по ее мнению, носителями соответствующего ТИМа. Так список соционических терминов пополнили *Дон Кихот, Бальзак, Есенин, Габен* и т.д. Эта система псевдонимов обладает очевидными достоинствами: она проста и легко запоминается. Псевдонимы прочно вошли в соционический лексикон, заменив громоздкие полные названия ТИМов (сравните: *Дон Кихот* и *интуитивно-логический экстраверт*). С другой стороны, замена более строгих научных названий простыми псевдонимами для некоторых людей превращает соционику в “салонную игру”, в развлечение из ряда чтения гороскопов.

В то же время исключительно интересная и полезная, с нашей точки зрения, книга П.Е. Цыпина [11] написана вот таким языком, использующим графические обозначения ТИМов и *информационных аспектов*: “ ▙○ не прочь поговорить о делах, подчеркнуть свою предприимчивость и мастерство. Для него ■ ценна сама по себе и не нуждается в аргументации. Совсем не так у ●⌐: он убежден (в соответствии со структурой своего СУПЕРИД), что проявлять деловую активность стоит только после того, как станет известен прогноз на будущее, причем прогноз точный, детально проработанный” [11, с. 211].

Одной из центральных проблем соционики является определение принадлежности человека к тому или иному ТИМу. В литературе можно найти множество тестов, пройдя которые испытуемый должен узнать свой ТИМ. Однако недостоверность результатов, выдаваемых различными тестами, уже стала притчей во языцех среди людей, некоторое время занимающихся соционикой. Можно выделить, по крайней мере, две причины несостоятельности соционических тестов в их нынешнем виде. Во-первых, человек зачастую склонен не вполне адекватно оценивать свойства своей психики. Во-вторых, одни и те же слова могут быть истолкованы совершенно по-разному автором теста и испытуемым.

Большинство соционików, затрагивающих проблему корректного типирования, склонны считать, что лучше всего может определить ТИМ человека другой человек, уже знакомый с соционикой и имеющий опыт типирования. Иначе говоря, хотите узнать свой ТИМ — обратитесь к эксперту. Однако при этом к человеку, взявшему на себя функции эксперта, предъявляются определенные требования. Для корректного типирования необходимо иметь опыт коммуникации с достаточно большим количеством представителей всех ТИМов (а в соционике показывается, что их шестнадцать), причем

необходимо уметь выделять так называемые “типные” особенности в речи, поведении, отношении к другим людям и т.д. Подобные навыки можно освоить, однако процесс тренировки может быть достаточно длительным. К примеру, мы изучаем соционику уже около трех лет и, тем не менее, у нас часто возникают проблемы с определением ТИМа того или иного человека.

Разумеется, различные подходы к типированию имеют свои трудности. При проведении специальной беседы, направленной на выявление ТИМа (так называемого соционического интервью), можно столкнуться с “маскировкой” испытуемого, поведение которого при типировании может заметно отличаться от обычного для него поведения. Такой проблемы не возникает при наблюдении за человеком в естественной для него обстановке. Но и при таком подходе есть свои трудности. Хорошо бы понаблюдать за человеком в разных ситуациях, в общении с различными людьми (особенно с теми, чьи ТИМы наблюдателю известны), поскольку именно так можно проследить те самые “типные” проявления личности.

Обычно для определения ТИМа используют так называемый *базис Юнга*, который образован четырьмя парами определенных признаков, причем в каждой паре конкретный человек имеет тенденцию в большей степени проявлять один из признаков. Легко убедиться, что с помощью комбинирования этих признаков можно получить шестнадцать ТИМов ($2^4 = 16$). Соответственно для определения ТИМа человека нужно установить его не всегда ярко выраженное предпочтение, отдаваемое одному из полюсов каждой пары. Такой метод типирования наиболее распространен, однако часто юнговского базиса “не хватает”, т.к. один-два признака видны четко, а с остальными возникают проблемы. В таких случаях необходимо практическое владение такими соционическими понятиями, как *признаки Рейнина, модель А, малые группы* и т.д. Соционики с

более обширным инструментарием обладают большей гибкостью при типировании: не вышло по базису Юнга, проверили испытуемого по функциям модели А, принадлежности к *квадре*, *клубу* или к другой *малой группе* и т.д. Таким способом можно осуществить многократную проверку рабочей гипотезы относительно ТИМа конкретного человека.

Каждая гипотеза нуждается в верификации, поскольку от ошибок никто не застрахован. Но даже если вы уверены в ТИМе человека — продолжайте отмечать “типное” в его поведении. Это позволит обогатить теоретические знания практическими примерами, что впоследствии облегчит и ускорит процесс типирования.

Перед учителем, желающим определить ТИМы учеников, стоит достаточно сложная задача. Если урок физики проходит дважды в неделю с полным классом из тридцати человек, то без специальных мероприятий процесс типирования может слишком затянуться. Задача несколько облегчается при проведении части уроков по подгруппам в специализированных классах: большее время коммуникации — выше достоверность выводов относительно ТИМа. Также способствуют корректному типированию наблюдения за учениками в различных видах деятельности. Определенную пользу могут принести тестовые, а также рисуночные методики. Несмотря на их низкую эффективность как полноценных методов определения ТИМа, они дают учителю материал для размышления и выдвижения гипотезы, которую, разумеется, затем следует верифицировать в процессе коммуникации.

Несмотря на указанные трудности, освоение навыков типирования — задача выполнимая, и в идеале каждый учитель должен стать экспертом. Заметим попутно, что поведение конкретного ученика на уроках по разным предметам может весьма сильно отличаться. Поэтому обмен соционически

важной информацией между учителями и сопоставление ее с информацией от школьного психолога и родителей могут значительно ускорить процесс определения ТИМов учеников, уменьшив при этом вероятность ошибки. Для того чтобы обмен такой информацией был более эффективным и полезным для всех участников коммуникации, необходимо повышение общего уровня соционической культуры (например, через семинары для учителей, лектории для родителей). Не должны оставаться непросвещенными в вопросах соционики и сами школьники. Осознанное определение и принятие собственного ТИМа значительно продвинет каждого из них в самоидентификации и поможет в разрешении многих непростых проблем личностного роста.

Почему совершенствованию методик определения ТИМа придается такое большое значение в соционике? Дело в том, что, только определив ТИМы, можно воспользоваться открытыми в соционике закономерностями. Приведем простую аналогию из школьной математики. Представьте, что Вам надо решить уравнение: $2+3x^2-5x = 0$. Если Вы поймете, что это уравнение вида $ax^2+bx+c = 0$, то сможете воспользоваться известной формулой для корней квадратного уравнения, а если нет, то справочник по математике со всеми известными формулами элементарной математики Вам не поможет. Поэтому, когда мы учим детей математике, то учим не только формулам и законам, но и развиваем способность узнавать ситуации, когда эти формулы и законы можно применить.

Законы соционики сформулированы для *моделей* типов информационного метаболизма. Поэтому, чтобы иметь возможность отвечать на множество вопросов, которые возникают у учителя с каждым новым классом или в неординарной ситуации, необходимо, по крайней мере, иметь достоверную информацию о ТИМах участников учебно-воспитательного процесса.

Конечно, надо знать и сами законы соционики. Более того, надо знать, как их применить в педагогике, или даже конкретней — при обучении физике. Опять аналогия. Математику в университете читают не только математикам, но и физикам, информатикам, химикам, экономистам, психологам, политологам, социологам… Однако многим студентам это не помогает, пока им не покажут, как математика применяется в конкретных задачах той науки, которую они считают основной для своей будущей специальности.

Точно так же соционика, являясь фундаментальной наукой, весьма абстрактна. И дело ученых-методистов наполнить абстрактные законы “чистой” соционики, сформулированные для моделей, конкретным дидактическим содержанием. Заметим, что исследователи, работающие в других прикладных областях, связанных с получением, обработкой и выдачей человеком информации, уже активно переводят соционические абстракции на язык, понятный практическим работникам соответствующих сфер. Пора и нам. Работы столько, что хватит всем желающим.

Последнее краткое предупреждение по поводу соционической литературы. Она очень разнородная. Нельзя судить о соционике, прочитав одну книжку или несколько статей в Интернете. Поэтому мы выступаем с конкретным предложением начать подготовку к специализированной Интернет-конференции, посвященной применению соционики в педагогике. Если, конечно, найдется достаточное количество желающих провести конференции по более узкой тематике, связанной с применением соционики в дидактике физики, то мы также готовы рассмотреть этот вариант. Тех, кого заинтересует наше предложение, просим откликнуться по электронному адресу minaevy@mail.ru, тема: *соционика — педагогике*. В дальнейшем мы предполагаем открыть соответствующий сайт в Интернете.

Література:

1. Гельфман Э.Г., Холодная М.А. Психодидактика школьного учебника. Интеллектуальное воспитание учащихся. – СПб.: Питер, 2006. – 384 с.: ил.

2. Іваницький О.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі. Монографія. – Запоріжжя: Прем'єр, 2001. – 266 с.

3. Кенева И.П., Минаев Ю.П., Тихонская Н.И. Обучение школьников языку физики в свете результатов современных психологических и соционических исследований// Збірник наукових праць КПДУ: Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: КПДУ, редакційно-видавничий відділ, 2006. – Вип.12. – С. 46-49.

4. Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Про вивчення основних понять молекулярно-кінетичної теорії, з якими учні мають бути знайомі з курсу хімії// Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Серія: педагогічні науки: Збірник у 2-х т. – Чернігів: ЧДПУ, 2006. – №36. – Т.1. – С. 104-110.

5. Колеченко А.К. Энциклопедия педагогических технологий: Пособие для преподавателей. – СПб.: КАРО, 2002. – 368 с.

6. Лефрансуа Ги. Прикладная педагогическая психология. – СПб.: ПРАЙМ-ЕВРОЗНАК, 2005. – 416 с. – (Проект «Главный учебник»).

7. Рейнин Г.Р. СОЦИОНИКА: Типология. Малые группы. – СПб.: Издательство «Образование - Культура», 2005. – 240 с.

8. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 1998. – 256 с.

9. Холодная М.А. Психология интеллекта. Парадоксы исследования. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2002. – 272 с.: ил. – (Серия «Мастера психологии»).

10. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. – СПб. Питер, 2001. – 544 с.: ил. – (Серия «Учебник нового века»).

11. Цыпин П.Е. Технологии успешного типирования. Энциклопедия отношений. – М.: Доброе слово: Черная белка, 2007. – 312 с. – (Соционика и проблемы типологии личности).

ПРОБЛЕМА УЧЕТА СОЦИОНИЧЕСКОГО ТИПА БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КАЧЕСТВ[20]

И.П. Кенева, О.А. Марченко, Ю.П. Минаев

В настоящей статье продолжено рассмотрение проблем и перспектив применения открытий молодой фундаментальной науки *соционики* при разработке конкретных вопросов дидактики физики [3]. Поэтому мы не будем повторять обоснование актуальности выбранного нами направления исследований, а больше места уделим хотя бы краткому обзору тех положений соционики, без знания которых наши рассуждения об учете соционического типа будущего специалиста не смогут быть адекватно восприняты. Конечно, этот обзор не заменит для читателя специальной литературы, но, как мы надеемся, облегчит понимание нашего последующего текста для тех, кто еще не знаком с соционикой, а также побудит их обратиться к более развернутому изложению основ этой относительно новой науки [1; 2; 4–6].

Одним из ключевых понятий в соционике является понятие *информационного метаболизма*, введенное в научный обиход классиком польской психиатрии А. Кемпинским, который считал, что психика человека питается информацией, и от ее количества и качества зависит его психическое здоровье. Воздавая должное этому ученому, основательница *соционики* Аушра Аугустинавичюте называла ее также *теорией типов*

[20] ***Стаття опублікована у збірнику наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету*** (Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.] — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет, 2008. — Вип. 14: Інновації в навчанні фізиці та дисциплін технологічної освітньої галузі: міжнародний та вітчизняний досвід. — С.62-65).

информационного метаболизма. Само понятие информационного метаболизма является естественным обобщением понятия метаболизма, известного из биологии. Между информационным метаболизмом и физиологическим существует глубокая аналогия. Под информационным метаболизмом в соционике понимают процессы восприятия, переработки, усвоения, хранения и выдачи информации, циркулирующей в психических структурах личности. Информационный метаболизм является частью более общего совместного метаболизма материи, энергии и информации [6, с. 59].

В дипломе об открытии А. Аугустинавичюте с соавторами есть такие слова: **“Научное открытие в области психологии: явление самоорганизации динамических структур межличностного взаимодействия в человеческом обществе. Сущность открытия: установлено ранее неизвестное явление самоорганизации динамических структур межличностного взаимодействия в человеческом обществе, заключающееся в том, что в группе индивидуумов устанавливается определенная динамическая структура взаимодействия (пространственное расположение партнеров, интенсивность темпа и других параметров речевого обмена, соответствующая продуктивность совместной деятельности, субъективных переживаний и другое), обусловленное дифференциацией человеческого общества на кооперирующие типы личности”** (Цит. по [6, с. 375]).

Типы, о которых идет речь в этих словах, и есть *типы информационного метаболизма* (ТИМы). В соционике утверждается, что каждый человек от рождения является носителем того или иного ТИМа и, соответственно, имеет предрасположенность к более эффективной работе с определенными информационными аспектами. Другие же

аспекты воспринимаются хуже, переработка и выдача информации по ним требует больших энергозатрат. Существует восемь информационных аспектов: интровертная и экстравертная логика (□ и ■), интровертная и экстравертная этика (⌐ и ▙), интровертная и экстравертная сенсорика (○ и ●), интровертная и экстравертная интуиция (△ и ▲). Первые четыре названных аспекта называют *рациональными*, а последние четыре — *иррациональными*. Символы, предложенные Аугустинавичюте для обозначения информационных аспектов, будут использоваться в дальнейшем тексте нашей статьи, поэтому на них надо обратить внимание. Мы не будем останавливаться на детальном выяснении семантики информационных аспектов и их альтернативных названий, а также на подробных объяснениях по поводу их количества. Заметим лишь, что трактовка этих вопросов несколько различается в разных источниках. Нам, например, показался интересным подход С.И. Чурюмова [6]. В качестве фундаментальных понятий, лежащих в основе научной картины мира, он берет предельные научные абстракции материи, энергии и информации, которые имеют две формы — экстравертированную и интровертированную. Комбинаторные сочетания этих предельных сущностей порождают восемь материально-энерго-информационных комплексов, которые, по его словам, и принимаются в соционике в качестве информационных аспектов.

Психика человека устроена таким образом, что способна “работать” с информацией по всем восьми аспектам, однако не одинаково успешно. Чтобы описать взаимодействие психики с окружающим миром, А. Аугустинавичюте создала *модель* информационного метаболизма человека. Согласно этой модели психика человека описывается совокупностью восьми психических функций, каждая из которых обрабатывает один из

аспектов информационного потока. Структурная модель ТИМа (*модель А*) состоит из четырех блоков: ЭГО, СУПЕРЭГО, СУПЕРИД, ИД. Для лучшего восприятия *модель А* представлена в виде табл. 1. Дадим очень краткую характеристику каждого блока, но ее следует рассматривать лишь как нулевое приближение к раскрытию его семантики.

Табл. 1

Функции		**Блоки**	**Кольца**
1	2	ЭГО	МЕНТАЛЬНОЕ КОЛЬЦО
4	3	СУПЕРЭГО	
6	5	СУПЕРИД	ВИТАЛЬНОЕ КОЛЬЦО
7	8	ИД	

Блок ЭГО. В пределах этого блока человек решает задачи, которые считает наиболее важными в жизни. По блоку ЭГО человек может максимально себя реализовать. Здесь находятся самые сильные и осознанные психические функции. С информацией по аспектам, которые приходятся на эти функции, человек работает относительно легко, с удовольствием, уверенно.

Блок СУПЕРЭГО. Он связан с необходимостью удовлетворять требованиям общества. Действовать в пределах СУПЕРЭГО тяжело, но не действовать невозможно. Работая по этому блоку, человек не чувствует уверенности. Ошибки переживаются тяжело. Критика воспринимается болезненно. Иногда говорят, что в этом блоке представлена совесть человека.

Блок СУПЕРИД. А этот блок иногда называют антисовестью, поскольку в его пределах человек предъявляет свои требования к обществу, к окружающим его людям. Критика по блоку СУПЕРИД воспринимается легко. Его задачи человек пытается решить с помощью других людей. Если

критика в пределах этого блока воспринимается легко, то отсутствие информации и помощи переносится тяжело.

Блок ИД. Этот блок связан с решением стандартных задач, с которыми человек вполне справляется самостоятельно. При этом он мало задумывается над действиями, мало говорит и объясняет. Он просто действует, и все.

Первые два блока, как более осознаваемые, объединены в так называемое ментальное кольцо, а два последних, которые работают по готовым алгоритмам, — в витальное кольцо. Нумерация функций в некоторых работах по соционике принята другая. К этому надо быть готовым при первом знакомстве с соответствующей литературой.

Рассмотрим более детально только функции, которые входят в состав блока ЭГО. Первую функцию часто называют *программной*. Она представляет собой основу интеллекта, определяет, каким образом человек будет собирать основную информацию об окружающем мире. Работая в пределах этой функции, человек стремится к максимальной объективности. Эта функция определяет главные жизненные ценности человека.

Вторую функцию часто называют *творческой*. Пользуясь информацией, полученной от первой функции, человек обрабатывает ее с помощью второй функции, но не только обрабатывает, но и генерирует новую, внося этим в окружающий мир что-то свое. Возможно, именно поэтому критика работы этой функции воспринимается более болезненно.

Существуют правила, по которым заполняются информационными аспектами ячейки-функции *модели А*. Зная заполнение хотя бы одного блока, можно восстановить всю таблицу, содержащую восемь ячеек. В каждом же блоке одна из функций “работает” с экстравертным аспектом, а другая — с интровертным. Аналогичное правило действует и относительно рациональности/иррациональности. Такие ограничения

приводят к тому, что может быть всего лишь 16 различных ТИМов.

Если для обозначения ТИМа используют символы, введенные Аугустинавичюте, то фактически изображают блок ЭГО *модели А*. Как строятся развернутые названия ТИМов, можно понять из табл. 2.

Табл. 2

СОЦИАЛЫ	Этико-сенсорный экстраверт Сенсорно-этический интроверт Этико-сенсорный интроверт Сенсорно-этический экстраверт	Сенсорно-логический экстраверт Логико-сенсорный интроверт Сенсорно-логический интроверт Логико-сенсорный экстраверт	УПРАВЛЕНЦЫ
ГУМАНИТАРИИ	Этико-интуитивный экстраверт Интуитивно-этический интроверт Этико-интуитивный интроверт Интуитивно-этический экстраверт	Интуитивно-логический экстраверт Логико-интуитивный интроверт Интуитивно-логический интроверт Логико-интуитивный экстраверт	САЙЕНТИСТЫ

Взаимодействие функций блока ЭГО с внешним информационным потоком постепенно формируют установку человека на определенный вид деятельности.

Где же могут реализовывать себя специалисты, получившие образование по направлениям подготовки “Физика”, “Прикладная физика” или близким к ним? Этот вопрос тесно связан с вопросом о том, обладателям каких ТИМов имеет смысл поступать на физические, радиофизические, физико-технические факультеты, а также с вопросом о том, как на этих факультетах оценивается успеваемость студентов.

В соционике известно деление всего социона, включающего 16 ТИМов, на четыре “клуба по интересам”, в каждом из которых по 4 ТИМа. Принадлежность к клубу определяется информационными аспектами, представленными в блоке ЭГО. У “сайентистов” в этом блоке — интуиция и логика, у “гуманитариев” — интуиция и этика, у “социалов” — этика и сенсорика, а у “управленцев” — сенсорика и логика. Для наглядности распределение по клубам показано в табл. 2.

Что касается “сайентистов”, т.е. таких типов, которые по своим природным задаткам наиболее приспособлены к научной деятельности, особых проблем, казалось бы, нет. Но и здесь имеется определенная дифференциация. Одних больше тянет заниматься фундаментальными вопросами, а других — прикладными. А что делать с представителями других клубов? Или им не надо получать физическое образование?

Специфика физического образования как раз и состоит в том, что оно необходимо не только ученым-физикам. Даже в “чистой” науке не обойтись без представителей других соционических “клубов по интересам”. Рассмотрим подробнее этот вопрос.

Понятно, что современная физическая наука немыслима без управления. А управлением представители клуба “управленцев” будут заниматься с несравненно бульшим удовольствием, чем, скажем, “сайентисты”. А если они при этом будут хорошо разбираться в физике, то их управление может оказаться результативнее управления, осуществляемого “сайентистами”. Но хорошо разбираться в физике вовсе не означает делать открытия в этой науке.

Для того чтобы учить физике школьников, рекламировать научно-техническую продукцию, делать увлекательные научно-популярные передачи или писать книги о физике и физиках, вовсе не обязательно быть “сайентистом”. У представителей клуба “гуманитариев” это может получиться даже лучше. К

тому же они не будут постоянно думать о том, что такая деятельность отвлекает их от основного дела их жизни. Наоборот, они как раз могут считать делом своей жизни распространение научных знаний и привлечение в науку талантливой молодежи. Но без физического образования эффективно заниматься такой деятельностью невозможно.

Трудно себе представить современную физическую науку без организации конференций и переговоров о сотрудничестве, без поддержания хорошего психологического климата в научных сообществах. К решению подобных вопросов от природы больше приспособлены “социалы”. Но и им в этом случае было бы сложно выполнять свои важные функции, ничего не понимая в физике.

Заметим, что “социалы” входят в те же “квадры”, что и “сайентисты”. СЭИ (○◣, Дюма) и ЭСЭ (◣○, Гюго) вместе с “сайентистами” ИЛЭ (▲□, Дон Кихотом) и ЛИИ (□▲, Робеспьером) входят в б-квадру, а СЭЭ (●◺, Наполеон) и ЭСИ (◺●, Драйзер) вместе с ИЛИ (△■, Бальзаком) и ЛИЭ (■△, Джеком Лондоном) — в г-квадру. А соционики показали, что в группировке ТИМов, которая получила название “квадра”, весьма комфортные интертипные отношения, имеются свои квадральные ценности. “Социалы” с удовольствием слушают научные разговоры своих квадральных “сайентистов”, особенно, если что-то понимают, готовы всячески им помогать в продвижении их научных идей. Но при этом нельзя от “социалов” требовать, чтобы они сами открывали законы природы или разрабатывали наукоемкие технологии.

Как видим, нуждаются в физическом образовании представители различных соционических “клубов по интересам”. Но при этом **обучение не должно быть для всех одинаковым**. Физик-менеджер, физик-исследователь, физик-инженер, школьный учитель физики, ведущий научно-

популярной программы, переводчик физических текстов, корректор в физическом журнале, продавец сложной бытовой техники должны обладать весьма различающимися профессиональными качествами. Причем эти качества могут быть в соционическом смысле полярными. Например, того, кому от рождения легче иметь дело с интуитивными и логическими информационными потоками, может сильно напрягать работа, требующая умения разбираться в тонкостях сенсорной и этической информации. И наоборот, сенсорные этики (именно они входят в “клуб социалов”) с трудом сами достигают значительных успехов на интуитивно-логическом поприще, т.е. там, где заметно легче работается “сайентистам”. Однако, если “социалы” не будут обеспечивать “сайентистам” сенсорно-этическое прикрытие, то не долго те смогут результативно работать и получать к тому же удовольствие от своей интуитивно-логической деятельности.

Именно о таком естественном разделении труда между людьми с разными ТИМами и говорит соционика. Это разделение закрепилось на биологическом уровне. Но природная предрасположенность к той или иной деятельности может и не реализоваться из-за неадекватного наполнения психических функций в процессе жизнедеятельности, в том числе при получении профессионального образования.

Не останавливаясь сейчас на проблеме идентификации ТИМа [5], обратимся к вопросу, относящемуся уже к педагогике, или даже к дидактике физики. Как обеспечить в учебном процессе учет соционического типа студента, получающего образование по направлениям подготовки “Физика”, “Прикладная физика” или близким к ним? Речь пойдет о том идеальном случае, когда уровень соционической грамотности преподавателей и студентов позволяет им достаточно уверенно идентифицировать свои ТИМы и ТИМы друг друга, а на повестке дня встает вопрос о том, как

наилучшим способом воспользоваться этой важной информацией. Воспользоваться не для манипуляций, а для налаживания конструктивного сотрудничества. Причем здесь надо будет отдельно рассматривать вопросы, связанные с сотрудничеством преподавателей между собой, вопросы, касающиеся сотрудничества студентов, и вопросы, относящиеся к налаживанию сотрудничества между преподавателями и студентами.

В последнем случае ситуация осложняется тем, что самой постановкой учебного процесса преподаватели во многих ситуациях противопоставляются студентам. В частности, это часто происходит во время оценки успеваемости студентов. В некоторых высших учебных заведениях пытаются хотя бы частично снять эту проблему тем, что оценивают студентов не те преподаватели, которые учили. В других вузах для повышения объективности оценивания переходят на компьютерное тестирование. Но нужна ли такая “объективность”, которая не учитывает ТИМ будущего специалиста и, соответственно, связанные с типом информационного метаболизма профессиональные качества, особое внимание к которым в учебном процессе пошло бы на пользу как обществу, так и конкретной личности, успеваемость которой оценивают?

По нашим наблюдениям при традиционном “объективном” оценивании по физико-математическим дисциплинам явное преимущество получают “сайентисты”, если речь идет о большом объеме материала, да еще, если для его освоения необходимо знание предыдущих курсов. Такой вывод можно было бы сделать и при внимательном анализе *моделей А* для разных ТИМов. Если курс небольшой и не сильно связан с предыдущими, то повышаются шансы на высокую оценку и у “управленцев”.

В случае, если экзаменатор любит задания на применение знаний в нестандартных ситуациях, но с не очень большой логической нагрузкой, то это могут приветствовать “гуманитарии” (у них интуиция в сильных функциях), но это же может раздражать “управленцев”, которые лучше бы выполняли задания с большой логической нагрузкой, но знакомого типа.

Пожалуй, в самом непростом положении на формализованном “объективном” экзамене по физико-математическим дисциплинам, охватывающем проверку по большому курсу, да еще опирающемуся на предыдущие, оказываются студенты, относящиеся по своему соционическому типу к клубу “социалов”. Работа с интуитивно-логической информацией для них объективно сложна, а свои сенсорно-этические преимущества на таком экзамене проявить крайне трудно.

Обратим внимание на то, что студенты-“социалы” могут оказаться на физических специальностях не только потому, что не смогли поступить на более подходящие для раскрытия их природного потенциала факультеты. Им в школе очень даже могла нравиться физика (а также учитель физики или другой значимый взрослый, или даже ровесник, который с увлечением занимается этой наукой). Но одно дело — быть восторженным потребителем научных знаний, а другое — их производителем.

Обучение же на физических факультетах часто построено таким образом, как будто все выпускники должны стать производителями физических знаний. Это, конечно, приводит к дискриминации студентов-“социалов”. И они зачастую, получив-таки физическое образование, стараются в своей взрослой жизни держаться подальше от физики. Правда, бывают случаи, когда “социалы” с помощью волевых усилий (●) выдерживают поток интуитивно-логической информации, который на них обрушивается в университете, и умудряются не только получать отличные оценки на экзаменах, но и поступить

в аспирантуру. Система же получения научных степеней в нашей стране такова, что этико-сенсорные качества очень даже пригодятся. А научная степень уже дает формальные основания показать всяким там “сайентистам”, кто в науке хозяин. Нужны ли такие страсти научному сообществу?

На наш взгляд, было бы гораздо лучше, если бы каждый будущий специалист еще в университете смог получить возможность развивать свои потенциально сильные от природы функции, используя их во благо, а не во вред другим людям. Но для этого пока что слабо разработана методическая база. Как развивать и как оценивать сенсорно-этические способности студентов в рамках физико-математических дисциплин? Кое-какие наработки в этом направлении есть у физиков-методистов, занимающихся школьной физикой, а вот в приложении к высшей школе соответствующих работ, по нашим наблюдениям, гораздо меньше. Можно, конечно, возразить, что высшая школа настроена на специальное образование, а физическое образование все же в основном интуитивно-логическое, а не сенсорно-этическое. Однако напомним, что развитие физической науки невозможно без участия “социалов”, “гуманитариев” и “управленцев”. Одними “сайентистами” не обойтись. Но представители первых трех названных “клубов по интересам”, чтобы способствовать развитию физической науки, должны быть довольно хорошо знакомы с физикой. Где же они с ней смогут познакомиться, если не на физических специальностях университетов?

Другое дело, что *довольно хорошее знакомство* можно ограничить уровнем бакалавра. А в магистратуру можно было бы идти уже не по физическим специальностям, а по специальностям, связанным с инфраструктурой физической науки. Еще раз обратим внимание на специфику физического образования. Нам представляется вполне разумной мысль о том, что обладатель диплома бакалавра физики мог бы успешно

продолжить свое высшее образование в магистратуре по менеджменту научных организаций или по научно-популярной журналистике. А вот мысль о продолжении филологического или управленческого образования в магистратуре по физической специальности вряд ли кому-нибудь покажется заслуживающей внимания.

Может быть, конечно, не существует таких узких специализаций в магистратуре, которые бы были связаны исключительно с инфраструктурой физической науки. Но этого и не требуется. Просто тема магистерской работы должна быть соответствующей. И, кроме того, надо специально узаконить возможность для магистранта иметь не только научного руководителя (по профилю магистратуры), но и консультанта (по вопросам, касающимся физики).

Но как же учесть в учебном процессе ТИМ студента, который еще не получил диплом бакалавра физики, в частности, при оценке его успеваемости? По этому вопросу у нас есть конкретное организационное предложение, но оно требует серьезного методического подкрепления. Наше предложение сводится к тому, чтобы воспользоваться той возможностью, которую дает переход на Болонскую систему высшего образования. Сейчас студенты могут набирать довольно значительную часть своих баллов по курсу за счет так называемого индивидуального задания. Это, на наш взгляд, дает официальный повод учитывать типные особенности студентов. Но только официального разрешения мало. Ученым-методистам, да и всем преподавателям, необходимо будет немало потрудиться над созданием такого разнообразия индивидуальных заданий, которое даст возможность каждому студенту проявить свои сильные стороны.

Это направление научно-методической работы представляется нам весьма интересным, и мы предполагаем развивать его в наших дальнейших исследованиях. Само собой

разумеется, что разработка и внедрение в учебный процесс таких заданий должны идти на фоне повышения соционической культуры как студентов, так и преподавателей.

Литература:

1. Гуленко В.В. Структурно-функциональная соционика: Разработка метода комбинаторики полярностей. – К.: Транспорт України, 1999. – Ч. 1. – 187 с.

2. Ермак В.Д. Как научиться понимать людей. Соционика — новый метод познания человека / В.Д. Ермак – М.: ООО “Издательство Астрель”: ООО “Издательство АСТ”, 2003. – 523 с.

3. Кенева И.П., Минаев Ю.П., Шишлов Д.Ю. Проблемы и перспективы применения соционики в деле разработки личностно-ориентированной дидактики физики // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики і підручник фізики (астрономії) в умовах формування європейського простору вищої освіти. - Кам’янець-Подільський: Кам’янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2007. - Вип. 13. - С. 133-136.

4. Прокофьева Т.Н. Соционика. Алгебра и геометрия человеческих взаимоотношений. Учебно-практическое пособие. Издание 2-ое, стереотипное. – М.: Изд-во “Алмаз”, 2005. – 112 с.

5. Цыпин П.Е. Технология успешного типирования. Энциклопедия отношений. – М.: Доброе слово: Черная белка, 2007. – 312 с.

6. Чурюмов С.И. Улыбка Чеширского Кота, или Возможное и Невозможное в Соционике: Проблемы, Гипотезы, Решения. – Киев-Дрогобыч, “Вимір”, 2007. – 560 с.

НА ШЛЯХУ ДО ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ДИДАКТИКИ ФІЗИКИ[21]

І.П. Кенєва, О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв

Словосполучення “диференціальна дидактика”, не кажучи вже про “диференціальну дидактику фізики”, нам не вдалося знайти ані у спеціалізованих словниках, ані за допомогою комп’ютерних пошукових систем. З іншого боку, вже більше століття існує термін “диференціальна психологія”, який був уведений німецьким психологом В. Штерном у 1900 році. Цей розділ психології вивчає індивідуально-типологічні відмінності між людьми. Він має велике прикладне значення, зокрема для практики навчання [14, с. 186].

У класичному підручнику світового рівня А. Анастазі з диференціальної психології [1] є спеціальний розділ “Навчання та індивідуальні відмінності”. Якщо ж ми візьмемо відносно новий підручник з педагогіки І. Підласого [12], то знайдемо лише маленький підрозділ “Урахування індивідуальних особливостей”. І там прямо сказано, що серед спеціалістів існують серйозні розбіжності щодо питання про необхідність урахування індивідуальних особливостей учнів у процесі виховання і навчання. На підтримку негативного вирішення цього питання навіть наведена досить велика цитата з Гегеля. Щоправда, далі вказується, що вітчизняна педагогіка стоїть на інших позиціях — виховання має максимально спиратися на індивідуальність.

Позитивна позиція стосовно розглядуваного питання має бути підкріплена конкретними рекомендаціями щодо того, як саме враховувати індивідуальні особливості. Але жодних

[21] ***Стаття опублікована у збірнику наукових праць Херсонського державного університету*** (Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Випуск 50. — Частина 1. Херсон: видавництво ХДУ, 2008. — С. 167-172).

пропозицій у згадуваному підрозділі підручника з педагогіки знайти не вдається. Після ще декількох загальних фраз — таке пояснення: “Педагогіка індивідуального підходу має на увазі не пристосування цілей і основного змісту навчання і виховання до окремого школяра, а пристосування форм і методів педагогічного впливу до індивідуальних особливостей з тим, щоб забезпечити запроектований рівень розвитку особистості” [12, с. 123]. Чи допоможе подібний текст майбутньому вчителю у його бажанні враховувати індивідуальні особливості учнів? А може з’явиться бажання пошукати інший підручник?

Звернувшись до підручника А. Хуторського “Сучасна дидактика”, можна знайти параграф “Особистісно-орієнтований зміст освіти” [19, с. 185]. А там є слова, що явно суперечать “поясненням” І. Підласого, які ми щойно навели, стосовно врахування індивідуальних особливостей у змісті освіти.

А. Хуторській розглядає зміст як освітнє середовище і зазначає, що таке розуміння забезпечує умови для створення кожним учнем *особистісного змісту освіти*. Він дає таке пояснення: “Відповідно до середовищного підходу, зміст освіти учня трактується як засіб його власного самовиявлення. Способи конструювання змісту освіти у цьому випадку відрізняються від традиційних. Наприклад, не вимагається попереднього визначення повного обсягу запланованого змісту освіти, оскільки передбачається, що кожний учень конструює і створює у результаті діяльності власний зміст освіти, що відрізняється від зовнішньо заданого” [19, с 188].

У Хуторського є і окремий параграф під назвою “Індивідуальна освітня траєкторія”, в якому містяться такі пункти: “Право учня на власний шлях”, “Як одночасно навчати всіх по-різному?”, “Алгоритми індивідуальної освіти”, “Технологія реалізації індивідуальної траєкторії”. Навіть перелік назв пунктів цього параграфа свідчить про те, що автор сам є прихильником ідеї врахування індивідуальних особливостей

учнів у процесі виховання і навчання, а також принаймні намагається допомогти майбутнім учителям конкретними порадами. Для організації дискусії у студентській аудиторії Хуторської пропонує виносити досить гострі питання: “На яких принципах має конструюватися підручник, якщо зміст освіти вважати середовищем навчання?”, “Чи не викличе навчання, що спирається на структуру змісту, яку встановлюють “недосвідчені” учні, прогалини в їхній освіті?” тощо.

Можна вважати, що свою відповідь на перше запитання дали Е. Гельфман і М. Холодна у книзі “Психодидактика шкільного підручника. Інтелектуальне виховання учнів” [5]. Там вони описали “*збагачувальну модель*” навчання, у межах якої розроблена серія навчальних книг з курсу математики для 5-9 класів. Ця модель орієнтована на збагачення розумового (понятійного, метакогнітивного і емоційно-оцінного) досвіду учнів та передбачає індивідуалізацію навчання з урахуванням їхніх пізнавальних стилів. Головними засобами навчання виступають спеціально сконструйовані навчальні тексти. Розділ “Індивідуалізація навчання математики засобами навчальних текстів” згаданої книги Гельфман і Холодної містить такі підрозділи: “Урахування індивідуальних пізнавальних стилів учнів у процесі навчання”, “Прийоми диференціації навчального матеріалу як умова індивідуалізації навчання”, “Діагностика у “збагачувальній моделі” навчання”.

Про які пізнавальні стилі йдеться? М. Холодна після систематизації психологічних і дидактичних досліджень приходить до висновку про існування чотирьох стильових властивостей інтелекту: стилі кодування інформації, стилі переробки інформації, стилі постановки і розв’язування проблем, стилі пізнавального відношення до світу. Оскільки відповідні пояснення містяться і у книзі Гельфман і Холодної [5, с. 317], ми не будемо робити посилання на попередні одноосібні роботи М. Холодної. Отже, звернемося до цих пояснень.

Стилі кодування інформації — це індивідуально-своєрідні способи сприйняття інформації на основі домінування тієї чи іншої модальності досвіду (у тому числі словесно-мовленнєвий, візуальний, предметно-практичний, сенсорно-емоційний стилі).

Стилі переробки інформації (або "*когнітивні стилі*") — це індивідуально-своєрідні способи аналізу, структурування, категоризації і оцінювання інформації про своє оточення (у тому числі полезалежність — поленезалежність, вузькість — широта категоризації, гнучкість — ригідність, імпульсивність — рефлексивність, толерантність — нетолерантність до суперечливого досвіду тощо).

Стилі постановки і розв'язування проблем (або "*стилі мислення*") — це індивідуально-своєрідні способи виявлення проблемної ситуації і пошуку засобів її розв'язання (у тому числі виконавський, евристичний, дослідницький, інноваційний, смисло-утворюючий стилі).

Стилі пізнавального відношення до того, що відбувається (або "*епістемологічні стилі*") — це індивідуально-своєрідні способи пізнавальної взаємодії зі світом, які характеризують вихідну пізнавальну мотивацію, світоглядні установки особистості, суб'єктивні критерії істинності знань тощо (у тому числі емпіричний, конструктивно-технічний, раціоналістичний, інтуїтивно-метафоричний стилі).

Вважається, що у процесі інтелектуального розвитку відбувається інтеграція механізмів різних рівнів стильової поведінки. Як наслідок формується *персональний пізнавальний стиль*, який виявляється у тому, що дана особистість віддає перевагу у використанні певним формам і прийомам пізнання.

Е. Гельфман і М. Холодна звертають увагу на ті дослідження, у яких показано, що вчитель має свій власний домінантний стиль мислення, який він зазвичай не усвідомлює, але який тим не менш лежить в основі його манери проведення уроків. Учні з іншим стилем, відмінним від стиля мислення

вчителя, зазнають значно більших труднощів, ніж учні, які мають стилі мислення, що схожі зі стилями своїх учителів. Іншими словами, може мати місце "конфлікт стилів" і, як наслідок, зниження навчальної успішності деяких учнів.

Чесно кажучи, не дуже ясно, що розуміють у даному випадку автори [5] під *домінантним стилем мислення* учителя. Мається на увазі його *персональний* пізнавальний стиль чи стиль мислення як стиль *постановки і розв'язування проблем*? Скільки таких стилів може бути? Який критерій схожості стилів? Чи можуть в одному персональному стилі поєднуватись *довільні* представники з чотирьох вищеназваних груп стилів? Чи ці групи утворюють таку ієрархію, у якій переважний стиль кодування інформації у значній мірі визначає переважний стиль переробки інформації, який, у свою чергу, ...? А домінантний стиль кодування інформації вроджений чи залежить від попереднього досвіду? Чи існує обмеження щодо кількості стилів, що входять до однієї групи (зокрема до групи стилів кодування інформації)?

Відповіді на подібні запитання навряд чи можна знайти на шляху простої систематизації емпіричних психологічних і дидактичних досліджень. А чи не існує теорії, яка б на основі більш-менш простої моделі психіки пояснювала відомі емпіричні факти, що стосуються існування відмінностей між людьми щодо сприйняття, переробки і породження інформації?

У свій час видатний швейцарський психолог Карл Густав Юнг провів дослідження, що базувалося на досвіді двадцятирічної лікарської роботи, яка дозволила йому близько зіткнутися з людьми найрізноманітніших класів і рівнів з усього світу. Результати цього дослідження знайшли відображення у книзі "Психологічні типи" [21]. Юнг вважав створену ним типологію критичним інструментом для дослідника, який має потребу в опорних точках зору та генеральній лінії, що спрямовує у прагненні звести хаотичний надмір індивідуального досвіду до певного порядку. Видатний психолог розглядав

запропоновану ним типологічну систему як спробу, що ґрунтується на практичному досвіді, дати пояснювальну основу і теоретичний каркас для безмежного різноманіття, яке до нього переважало у формуванні психологічних понять. Юнг сподівався, що коли-небудь психологи будуть вимушені погодитися відносно низки базових принципів, які дозволяють запобігти спірних інтерпретацій, якщо психологія не збирається залишитися ненауковим і випадковим конгломератом індивідуальних поглядів [21, с. 660].

Найбільший внесок у розвиток типології Юнга на Заході зробила його учениця Кетрін Бріггс, яка відвідувала його лекції у Швейцарії, та її дочка Ізабель Майерс. Протягом сорока років Ізабель роз'яснювала і розповсюджувала теорію Юнга, а також розробила систему тестів для визначення типу особистості, яка відома під назвою "Індикатор типів особистості Майерс-Бріггс" (The Myers-Briggs Type Indicator) або MBTI. К. Бріггс, І. Майерс та їхні послідовники у США детально дослідили прояви кожного типу, описали характерні особистісні риси, прослідкували вплив структури особистості на професіональну орієнтацію, творчі здібності, відношення до різних видів діяльності і багато чого іншого. Ця типологія отримала у США та країнах Європи назву "Теорії типу особистості" (Type Theory) або "Типознавство" (Type Watching). У середині 90-х років XX сторіччя вийшли у перекладі російською мовою книжки сучасних американських типознавців (див., напр., [11;18]).

Значних успіхів у розвитку ідей Юнга досягла литовська дослідниця Аушра Ауґустінавічюте. Перші свої результати вона опублікувала у 1980 році у литовському журналі "Mokslas ir technika". У статті були такі слова: "До уваги читачів пропоную типологію, яку створив Карл Густав Юнг, і яку я трохи вдосконалила, використовуючи теорію інформаційного метаболізму А. Кемпінського" (див. [2]). Фактично ж Аушрі Ауґустінавічюте вдалося закласти основи нової науки, яка

займається дослідженням закономірностей сприймання людиною інформації про оточуючу реальність та вивчає питання інформаційної взаємодії між людьми. Ця наука з'явилася на стику психології, соціології та інформатики. Була розроблена система знаків і моделей, яка становила аналітичний апарат для опису інформаційних структур різних типів людської психіки, а також для дослідження так званих інтертипних відносин [3]. Цей апарат дозволив відкрити *явище самоорганізації динамічних структур міжособистісної взаємодії у людському суспільстві* (саме така назва фігурувала в дипломі про наукове відкриття у галузі психології) [20, с. 375]. Нова наука була названа *соціонікою* або *теорією типів інформаційного метаболізму*.

У цій теорії виокремлюють 8 аспектів інформаційного потоку. Прийнята у соціоніці модель психіки містить 8 психічних функцій, кожна з яких має справу з певним аспектом інформації. Кожна людина від народження є носієм одного з 16 ТІМів (типів інформаційного метаболізму). ТІМи різняться відповідністю між психічними функціями і інформаційними аспектами. Певні обмеження на утворення цієї відповідності призводять до того, що типів інформаційного метаболізму може бути лише шістнадцять. Об'єднання всіх 16 ТІМів отримало назву *соціон*. Соціон можна поділяти на групи, в яких об'єднуються ТІМи, що схожі за певними ознаками. Так, існує 15 способів поділити соціон навпіл за певними ознаками (*ознаками Аугустінавічюте-Рейніна*). Можна поділити соціон на чотири *квадри*, у кожній з яких ТІМи будуть об'єднуватися так званими *квадральними цінностями*. Можна — на *темпераментні групи* (цей поділ буде схожий на відомий у психології поділ на холериків, сангвініків, флегматиків і меланхоліків). Існує важливий для профорієнтації поділ на "*клуби за інтересами*". Виділяють так звані "*стимульні групи*", у яких об'єднуються ТІМи, які схожі між собою за стимулами, що

спонукають їх носіїв до роботи. За особливостями сприйняття інформації під час навчання соціон також можна поділити на чотири групи.

Зрозуміло, що подібні результати, отримані фахівцями у галузі соціоніки, дають нам надію на створення у майбутньому *диференціальної дидактики фізики*, теоретичним підґрунтям помітної частини якої стала б теорія типів інформаційного метаболізму. Ми говоримо лише про частину, бо деякі її розділи вже давно розробляються. Дійсно, ті дослідження, автори яких чітко вказують на певну особливість контингенту учнів і доводять, чому цю особливість треба враховувати під час навчання фізики, можна вважати дослідженнями з диференціальної дидактики фізики (див., напр., [4; 16; 17]). До речі, термін *диференціальна педагогіка* вже поширюється. Ми зустрічали його в публікаціях, у яких учнів поділяли, наприклад, за гендерною ознакою або за академічними здібностями.

Вже вийшли друком книжки, автори яких намагаються у більш-менш популярній формі розповісти учителям про соціоніку і дати їм педагогічні поради, які базуються на наукових результатах, отриманих у цій науці (див., напр., [6; 13; 15]). Що ж стосується безпосередньо тієї частини диференціальної дидактики фізики, яка ґрунтується на теорії типів інформаційного метаболізму, то її розробка нашими зусиллями лише розпочалася [7; 8; 9; 10].

Для першого попереднього знайомства з основами соціоніки та її застосуваннями ми радимо скористатися можливостями мережі Internet. Там можна знайти стислий опис її основних положень і посилання на інші інформаційні ресурси (ru.wikipedia.org, socionics.wiki-wiki.ru), статті з журналу Міжнародного інституту соціоніки (Київ) “Соціоніка, ментологія та психологія особистості” (www.socionics.ibc.com.ua/j/), публікації та книжки в електронному вигляді. Вже створено багато сайтів, присвячених

різним напрямкам цієї науки (www.terra-socionika.ru, www.socionics.com, www.socionic.ru, www.sociotip.ru). Але напрямок, безпосередньо пов'язаний з питаннями педагогіки і дидактики, не набув ще такого поширення, як, наприклад, застосування соціоніки до питань сімейних відносин чи управління персоналом. Крім того, існує велика кількість форумів (socioforum.su, socionics.org, forum.socion.org), де можна знайти відповіді на ті питання, які вас цікавлять, поспілкуватися у режимі он-лайн з представниками різних міст та професій. Було б бажаним у подальшому створити спеціальний науковий форум з використання соціоніки для розбудови диференціальної дидактики.

Література:

1. Анастази А. Дифференциальная психология. Индивидуальные и групповые различия в поведении / Пер. с англ. — М.: Апрель Пресс, Изд-во ЭКСМО-Пресс, 2001. — 752 с. (Серия «Кафедра психологии»).
2. Аугустинавичюте А. Модель информационного метаболизма // Соционика, ментология и психология личности, №1, 1995.
3. Аугустинавичюте А. Социон. — М.: Черная белка, 2008. — 192 с.
4. Благодаренко Л.Ю. Особистісно-орієнтоване навчання фізики в педагогічних класах: Автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2003. — 20 с.
5. Гельфман Э.Г., Холодная М.А. Психодидактика школьного учебника. Интеллектуальное воспитание учащихся. — СПб.: Питер, 2006. — 384 с.
6. Гуленко В.В., Тыщенко В.П. Юнг в школе. Соционика — межвозрастной педагогике: Учебно-методическое пособие. — 2-е изд. — Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета; М.: Совершенство, 1997. — 270 с.
7. Кенева И.П., Марченко О.А., Минаев Ю.П. Проблема учета соционического типа будущего специалиста в процессе формирования его профессиональных качеств // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, редакційно-видавничий відділ, 2008. — Вип. 14 (знаходиться у друці).

8. Кенева И.П., Минаев Ю.П., Тихонская Н.И. Обучение школьников языку физики в свете результатов современных психологических и соционических исследований // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної парадигми. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, редакційно-видавничий відділ, 2006. — Вип. 12. — С. 46-49.

9. Кенева И.П., Минаев Ю.П., Шишлов Д.Ю. Проблемы и перспективы применения соционики в деле разработки личностно-ориентированной дидактики физики // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики і підручники фізики (астрономії) в умовах формування європейського простору вищої освіти. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, редакційно-видавничий відділ, 2007. — Вип. 13. — С. 133-136.

10. Кенєва І.П., Мінаєв Ю.П., Тихонська Н.І. Про вивчення основних понять молекулярно-кінетичної теорії, з якими учні мають бути знайомі з курсу хімії // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Випуск 36. Серія: педагогічні науки: Збірник у 2-х т. — Чернігів: ЧДПУ, 2006. — № 36. — Т. 1. — С. 104-110.

11. Крегер О., Тьюсон Дж.М. Типы людей и бизнес. Как 16 типов личности определяют ваши успехи на работе. — М.: «Персей», «Вече», «АСТ», 1995.

12. Подласый И.П. Педагогика. Новый курс: Учебник для студ. пед. вузов: В 2 кн. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. — Кн. 1: Общие основы. Процесс обучения. — 576 с.

13. Прилепская Н. Ваш ребенок: какой он? В каждом ребенке можно открыть талант, только надо знать, как это сделать / Надежда Прилепская. — М.: Астрель: АСТ: Профиздат, 2005. — 220, [4] с. (Серия «Ты и твой тип»).

14. Психология. Полный энциклопедический справочник / Сост. и общ. ред. Б. Мещерякова, В. Зинченко. — СПб.: прайм-ЕВРОЗНАК, 2007. — 896 с.

15. Румянцева Е.А. На пути к взаимопониманию: соционика — учителям и родителям. — М.: Армада-пресс, 2002. — 256 с. (Серия «Отношения в зеркале соционики»).

16. Сиротюк В.Д. Теоретико-методичні засади використання дидактичних засобів у навчанні фізики в школах інтенсивної педагогічної корекції: Автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 2005. — 44 с.

17. Сусь Б.А. Дидактичні та методичні основи організації і активізації самостійної навчальної діяльності курсантів при вивченні курсу загальної фізики у вищих технічних військових закладах: Автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. — К., 1998. — 36 с.

18. Тигер П., Бэррон-Тигер Б. Делай то, для чего ты рожден. Путь к успешной карьере через самопознание. — М.: «Армада», 1996.

19. Хуторской А.В. Современная дидактика: Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2001. — 544 с. (Серия «Учебник нового века»).

20. Чурюмов С.И. Улыбка Чеширского Кота, или Возможное и Невозможное в Соционике: Проблемы, Гипотезы, Решения. — Киев-Дрогобыч, «Вимір», 2007. — 560 с.

21. Юнг К. Психологические типы / Пер. с нем. — М.: «Университетская книга», ООО «Фирма «Издательство АСТ», 1998. — 720 с.

СОЦИОНИКА КАК УЧЕБНАЯ ДИСЦИПЛИНА В ЦИКЛЕ ГУМАНИТАРНОЙ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ[22]

И.П. Кенева, О.А. Марченко, Ю.П. Минаев

Идея использования научных результатов *соционики* (теории типов информационного метаболизма) для развития дидактики физики уже несколько лет привлекает внимание нашей неформальной исследовательской группы. В трех предыдущих выпусках педагогической серии “Сборника научных трудов Каменец-Подольского национального университета” были опубликованы наши работы, в названиях которых явно упоминалась эта относительно молодая, не для всех физиков-методистов знакомая, наука [4-6]. На наш взгляд, она вполне может стать теоретической основой для создания одного из перспективных направлений дидактики физики, которое мы назвали *дифференциальной дидактикой физики* [3].

Непосредственным толчком к написанию этой конкретной статьи была пресс-конференция министра образования и науки Ивана Вакарчука, состоявшаяся 11 июня 2009 года, в связи с введением “свободной траектории” студента [14]. Во время пресс-конференции министр прокомментировал проект приказа “Об усовершенствовании нормативной части содержания подготовки специалистов”. Речь, в частности, шла о том, что обязательными в гуманитарном блоке остаются украинский язык (по профессиональному направлению), история Украины, история украинской культуры, иностранный язык и философия.

---

[22] ***Статья опубликована в сборнике научных трудов Каменец-Подольского национального университета*** (Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету: Серія педагогічна:Управління якістю підготовки майбутніх учителів фізики та трудового навчання. — Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2009. – Випуск 15. – С. 70-73).

Остальные дисциплины студент сможет выбрать самостоятельно из списка, предоставленного высшим учебным заведением. Министерство образования и науки Украины дало ориентировочный перечень дисциплин. Однако окончательный список, который должен содержать не менее 20 учебных предметов, будет формироваться в ВУЗе. Учебные заведения имеют право дополнять, сокращать перечень дисциплин по выбору, относящихся к циклу гуманитарной и социально-экономической подготовки, а также вводить комплексные дисциплины.

Министерский перечень, который можно найти в “Приложении” к проекту приказа, не содержит ни “Соционики”, ни более длинного синонимичного названия этой науки (“Теория типов информационного метаболизма”). Однако предложенный МОН Украины перечень является открытым, о чем красноречиво свидетельствует то, что в нем после дисциплины “Ценности европейской цивилизации” идет последняя запись: “Другие”.

Цель настоящей статьи состоит в обосновании целесообразности включения учебного предмета под названием “Основы соционики” в перечень дисциплин по выбору, относящихся к циклу гуманитарной и социально-экономической подготовки бакалавра, по крайней мере, если речь идет о подготовке будущих учителей физики.

Чем может привлечь внимание студентов эта дисциплина и чем она может помочь в профессиональном становлении и личностном росте? Для таких студентов, которые еще со школы проявляют ярко выраженную направленность на физико-математические предметы и не очень уверенно себя чувствуют в области гуманитарных наук, соционика будет просто находкой. Она гораздо ближе к естественно-математическим дисциплинам по сравнению с другими гуманитарными науками. В ней четче выделены исходные постулаты, а также используются модели,

которые позволяют путем логических умозаключений, довольно хорошо предсказывать развитие событий.

Не удивительно, что среди людей, которые пришли в соционику и стали ее развивать, много тех, кто в свое время получил естественно-математическое образование и от природы является “логиком”, а не “этиком” (по соционической терминологии). Для них гораздо естественнее “вычислять” и “анализировать”, чем “сочувствовать” и “эмоционально откликаться”. Но для анализа и вычислений необходимы формализованные исходные модели и правила, пользуясь которыми, можно делать умозаключения. Именно это и дает соционика. Поэтому для студентов-логиков учебный предмет “Основы соционики” будет привлекателен, по крайней мере, по двум причинам.

Во-первых, он будет им казаться более легким по сравнению с другими гуманитарными предметами, учебный материал которых для них зачастую представляется собранием разнородных фактов. Легким, потому что при его изучении и сдаче экзамена можно будет проявлять собственные природные логические способности и своим умом доходить до многих результатов, исходя из относительно небольшого числа соционических моделей, вместо того, чтобы механически запоминать факты, прочитав о них в учебнике или услышав на лекции. Во-вторых, такие студенты достаточно быстро сообразят, что эта учебная дисциплина, несмотря на то, что она будет относиться к гуманитарному блоку, реально может им помочь в тех жизненно важных вопросах, в которых они не очень-то чувствуют свою компетентность, причем помочь, опираясь на ту их природную способность, в которой они уверены, — на их сильную логику. А жизненно важными для студентов-логиков часто являются как вопросы налаживания хороших отношений с другими людьми, так и вопросы профессионального становления, если речь идет о будущих

учителях, которым нужно не только отлично знать свой предмет, но и уметь его донести всем ученикам, учитывая их природные склонности (в соответствии с личностно-ориентированной парадигмой образования). О том, что именно соционика может стать теоретической основой личностно-ориентированных образовательных технологий, мы уже писали в [6]. Что же касается помощи в решении личных проблем, то студентам может быть рекомендована соционическая литература, посвященная этим вопросам [1; 11; 12].

Мы рассмотрели вопрос о привлекательности курса под рабочим названием “Основы соционики” для студентов-логиков. Остальные студенты попадают, в соответствии с соционической парадигмой и терминологией, в разряд “этиков”. Для них новый курс тоже может оказаться привлекательным. Правда, несколько по другим причинам. Соционические “этики” не склонны к самостоятельным многошаговым логическим умозаключениям, но совсем не против, если кто-то им все “разложит по полочкам”. Им также будет очень полезно осознать, почему некоторые люди ведут себя в определенных ситуациях не так, как вели бы они себя сами. Такое понимание может поубавить число негативных эмоциональных всплесков. Последнее соображение, касающееся осознания той мысли, что люди от природы отличаются способами восприятия, переработки и выдачи информации, относится, конечно, не только к этикам, но и к логикам. Но важно не только констатировать наличие природных качественных отличий между людьми, не только выделить определенные типы так называемого информационного метаболизма. Интересно выяснить, есть ли природная целесообразность в существовании различных ТИМов для одного и того же биологического вида. В соционике и на этот счет имеется вполне заслуживающая внимания гипотеза, связанная с наличием в человеческом обществе разделения и кооперации в трудовой деятельности.

Для заметного числа студентов-физиков жизненно важным является вопрос профессионального самоопределения. Мы уже писали в одной из предыдущих статей [4], что физическое образование является необходимой основой для весьма широкого круга профессий. В той же статье мы поднимали проблему учета соционического типа студента при его обучении в университете на физических специальностях. При этом речь шла не отдельно о каждом из 16 типов информационного метаболизма (ТИМов), а о 4 группах, включающих по 4 типа, которые объединены в эти группы по признаку ориентации на вид деятельности. Это так называемые “клубы по интересам”, представителей которых в соционике именуют *сайентистами*, *управленцами*, *гуманитариями* и *социалами*.

Кстати говоря, в клубах сайентистов и управленцев встречаются только “логики”, а в клубах гуманитариев и социалов — только “этики”. Кроме дихотомии “логика/этика” для определения принадлежности к “клубу по интересам” важна еще одна, разделяющая весь социон (объединение всех 16 ТИМов) на “интуитов” и “сенсориков”. От природы “интуиты” легче “путешествуют во времени” и более уверенно и точно предсказывают свое будущее, а “сенсорики” легче ориентируются в ситуации “здесь и сейчас”. “Интуитов” можно найти только в клубах сайентистов и гуманитариев, а “сенсориков” — только среди управленцев и социалов.

В реальной жизни, конечно, распределение людей по соционическим “клубам по интересам” далеко не всегда совпадает с их распределением по группам профессий, которым можно было бы дать те же названия. Распределение по соционическим “клубам по интересам” определяется природными задатками, а на распределение по профессиям значительное влияние оказывают жизненные обстоятельства. Но, как показывает опыт, работа в соционически “чужой” области для человека более энергозатратна и не приносит такого

удовлетворения, как работа по так называемым сильным функциям. Не случайно одна из популярных книг по типоведению (науке, близкой к соционике по общим корням — работе Карла Густава Юнга “Психологические типы” [13]) носит название “Делай то, для чего ты рожден” [10].

Как мы уже отмечали, базовое физическое образование может стать основой для овладения самыми разными профессиями, которые по своей сути могут быть ближе к тому или иному “клубу по интересам”. И студент-физик должен вовремя осознать, что, если он, например, по своему ТИМу не сайентист, то ему не надо непременно стремиться стать известным ученым. Такое стремление может привести вместо заметного личного вклада в науку к проблемам со здоровьем. С другой стороны, среди успешных школьных учителей физики и математики немало этико-интуитивных экстравертов (псевдоним — “Гамлет”), которых в соционике относят к клубу гуманитариев. А среди тех, кто проводит такие научные конференции, от которых практически у всех участников остаются приятные воспоминания, немало этико-сенсорных экстравертов (псевдоним — “Гюго”), относящихся к клубу социалов.

Если в статье [4] мы говорили о том, как преподаватели могут учитывать ТИМы студентов при их обучении, то сейчас мы обращаем внимание на то, что знакомство студентов с соционикой может помочь им в самоидентификации и, соответственно, в правильном выборе направления развития своих природных задатков. А их развивать надо… Это наглядно показано в сравнительной таблице 1, взятой из работы В.В. Гуленко и В.П. Тыщенко [2].

Обратим внимание на то, что “установка на вид деятельности” в данном контексте понимается как природная предрасположенность, а не как сформированный жизненными обстоятельствами осознанный выбор вида профессиональной

деятельности. В этом смысле соционический “управленец”, например, без надлежащего развития не станет топ-менеджером, а будет проявлять свои природные задатки, в лучшем случае, в роли домашнего деспота.

Таблица 1

Установка на вид деятельности	Низкий уровень развития	Высокий уровень развития
УПРАВЛЕНЦЫ	Грубость, деспотизм, интеллектуальная неразвитость, примитивные интересы, навязывание своей воли, механистичность, бездушность	Организованность, ответственность, настрой на координацию усилий, деловое сотрудничество, учет взаимных интересов, объективный контроль, владение эмоциями
СОЦИАЛЫ	Мещанство, настрой на развлечения, сплетни, легкую жизнь без усилий, флирт, скандальность, кумовство	Заботливость, справедливое распределение благ, уважение прав человека, коллективизм, общительность, благожелательность, авторитет семьи
ГУМАНИТАРИИ	Резонерство, мистицизм, страх перед жизнью, уход в себя, низкая конкурентоспособность, упадочничество, театральные эффекты вместо конкретных технологий	Возвышенность, духовный поиск, благородные идеалы, умение самоотверженно любить и верить, сочувствие, психологизм, мастерство слова
САЙЕНТИСТЫ	Нереалистичность проектов, оторванность от жизни, схематизм, переоценка своих интеллектуальных качеств, беспомощность в организации	Демократизм общения, связь с практикой, социально значимые открытия, высокий интеллект, широта кругозора, независимость суждений, оптимизм

Может показаться, что все должны стремиться в равной степени ко всем тем качествам, которые отражены в правой колонке таблицы. Однако трудно возразить против того, что одному легче дается, например, организованность и ответственность, а другому — широта кругозора и независимость суждений. В то же время, одни виды деятельности в большей степени требуют организованности и ответственности, а другие — широты кругозора и независимости суждений. Таким образом, определение студентом своего ТИМа поможет ему правильно выбрать

главный вектор своего развития в плане профессионального роста. А навыки соционического типирования других людей помогут выстраиванию адекватных отношений с ними, что также оказывается немаловажным для реализации профессиональных планов, не говоря уже о налаживании личной жизни.

Нельзя надеяться, что после вынужденно короткого курса “Основы соционики” или “Введение в соционику” студенты смогут свободно диагностировать ТИМы других людей, но помочь им разобраться с собственным ТИМом — это более реальная задача. Курс будет вынужденно коротким, потому что из 24 кредитов ECTS, отводимых проектом министерского приказа на цикл гуманитарной и социально-экономической подготовки, 16 уже расписаны на 5 обязательных дисциплин, о которых мы уже упоминали в самом начале статьи. Таким образом, претендовать более чем на 2 кредита ECTS для предполагаемой дисциплины вряд ли имеет смысл. Такие жесткие временные рамки не позволят, конечно, дойти ни до тонкостей диагностики ТИМа, ни до соционических технологий в дидактике физики. Но этот курс должен заинтересовать студентов новой фундаментальной наукой, которая имеет приложения в самых разных областях человеческой деятельности, в том числе и в педагогике. А вторая задача — познакомить с азами этой науки, знание которых облегчит заинтересовавшимся студентам начальный этап самостоятельного изучения соционики уже по имеющейся литературе.

Изданная литература по соционике весьма разнородна. Поэтому необходимо дать начинающему ее изучать некоторые общие ориентиры, которые помогли бы ему не утонуть в потоке книг, статей и сайтов, посвященных как теоретическим вопросам этой науки, так и ее практическим приложениям.

Если сравнить соционику с квантовой механикой, которая появилась примерно на полвека раньше, то можно заметить определенное сходство. Квантовая механика кардинально изменила мировосприятие естествоиспытателей. Она стала теоретической основой не только новых направлений физики, но и современных разделов химии и биологии. Более того, на старые разделы пришлось взглянуть по-новому. Примерно на такую же роль претендует соционика в области гуманитарных и социально-экономических наук.

Как квантовая механика оказалась сложной для понимания даже для тех, кто хорошо разбирался в классической физике, так и соционика была воспринята в штыки многими учеными-гуманитариями, для которых она оказалась очень непривычной по своим методам исследования. Что же касается квантовой механики как учебной дисциплины, то до сих пор можно встретить существенно различное ее изложение. Поэтому на лекциях по квантовой механике приходится предупреждать об этом студентов. Изложение же основ соционики еще в большей степени не устоялось. Поэтому студентов тоже придется предупреждать о том, что для обозначения одних и тех же понятий в разных литературных источниках могут использоваться отличающиеся слова, а также, что у авторов, которые сделали весомый вклад в соционику, может быть свой особенный взгляд на то, как с ней знакомить других людей. Даже тот, кто не претендует на личный вклад в эту науку, но берется писать о соционике, часто пытается сделать это каким-то своим, оригинальным способом. Может быть, очередной оригинальный способ и окажется наиболее приемлемым для некоторой части читателей, но практически нет надежды, что он удовлетворит всех.

Более того, соционика дает объяснение тому феномену, что один и тот же текст приводит в восторг одних людей и оставляет совершенно равнодушными других. Поэтому нужны

разные учебные тексты, в смысле их направленности на “своего” читателя. Студенту же надо помочь научиться выбирать “свои” учебники не только по соционике, но и по другим предметам, чтобы освоение соответствующих наук происходило более эффективно.

Конечно, при написании новых учебных текстов важно не усиливать без особых причин терминологическую разногласицу. Но, к сожалению, стремление многих авторов непременно сказать “свое слово” в науке порождает слишком длинные синонимические ряды, которые часто запутывают студентов, особенно на начальном этапе освоения учебного материала. Поэтому, как мы уже говорили, на лекциях придется достаточно много времени уделять изучению языка соционики, обращая внимание на существование “диалектов”, связанных с отдельными соционическими школами. Но ведь и в квантовой механике надо учиться переходить с языка волновых функций на язык векторов состояний, от координатного представления — к импульсному. Как известно, квантовая механика на начальном этапе своего становления развивалась параллельно: как волновая и как матричная. И лишь со временем была показана эквивалентность этих двух подходов к изучению явлений микромира.

В случае же исследования психологических особенностей людей произошла похожая история. Имея общие корни в типологии К.Г. Юнга, независимо друг от друга развились два направления. В странах Западной Европы и США — *типоведение* (Type Watching) или *теория типа личности* (Type Theory), а в Советском Союзе (а потом в странах, которые образовались в результате его распада) — *соционика*. Между типами, которые выделены в соционике и в типоведении, имеется взаимнооднозначное соответствие, хотя обозначения и названия, конечно, разные. Но соционика довольно быстро оказалась более продвинутой, не смотря на то, что она возникла

заметно позже типоведения. Громадное значение в таком успехе сыграло введение Аушрой Аугустинавичюте формализованных моделей психики человека, успешно отражающих основные закономерности информационного метаболизма.

А есть ли какие-то ориентиры для составления рабочей программы курса “Основы соционики” (или “Введение в соционику”), который имеет смысл внести в перечень курсов по выбору, относящихся к циклу гуманитарной и социально-экономической подготовки бакалавров? Назовем лишь некоторые опубликованные примеры. Так, Е.А. Румянцева из Костромы, которая, кстати, защитила в 1996 году кандидатскую диссертацию, связанную с применением соционики в педагогике, разработала программу спецкурса “Социоанализ педагогического общения” [8, с. 235-239]. Она пишет, что это программа начального курса обучения студентов педагогического университета основам теории информационного метаболизма и тому, как она применяется для решения педагогических задач в процессе обучения и при работе с родителями. После курса лекций предполагается проведение стажировки (педпрактики). Для решения проблем, возникающих у стажеров, предусматривается график консультаций.

Психолог В.А. Стукас из Одессы издал свой курс лекций “Основы соционики” с подзаголовком “От типологии Юнга к модели А. От абстрактной модели А к естественнонаучной модели Т” [9]. Этот курс, по словам его автора, представляет собой обобщение теоретического наследия классической соционики, которая развивалась в русле парадигмы, созданной основательницей соционики Аушрой Аугустинавичуте, а также является попыткой популяризации новой соционической модели Т, выдвинутой В.Л. Талановым. По мнению автора лекций, психофизиологическая модель Т является естественнонаучным прорывом в соционическом знании.

Особого внимания в качестве ориентира заслуживает опубликованная преподавателями Научно-исследовательского института соционики (до 2007 г. — Школы соционики в Москве) “Программа курса обучения соционике” [7 , с. 294-296]. Конечно, это программа захватывает гораздо больше материала, чем можно вместить в относительно короткий вводный курс. Она рассчитана на два года обучения. Первый год обучения завершается сдачей экзаменов на степень бакалавра соционики. Двухлетнее обучение дает возможность подготовки к получению степени магистра соционики.

В той же публикации приводятся требования к соискателям степени бакалавра и степени магистра, а также программы экзаменов [7, с. 296-306]. Надо сказать, что приведенные там программы экзаменов довольно развернутые и дают возможность оценить объем материала, который должны освоить студенты. Заметим, что степени бакалавров и магистров соционики присваиваются Международным институтом соционики, который находится в Киеве.

Понятно, что из учебных программ, охватывающих материал, необходимый для сдачи экзамена на степень бакалавра соционики, можно выделить ту часть, которую имеет смысл включить в программу вводного курса соционики в рамках цикла гуманитарной и социально-экономической подготовки учителей физики. Конечно, фактический материал такого вынужденно короткого вводного курса будет слабо зависеть от направления подготовки будущих специалистов. Слишком много чисто соционического материала надо захватить. Но в подходах к проработке этого материала можно постараться учесть специфику контингента слушателей этого курса. Что же касается приложений соционики к педагогике и даже непосредственно к дидактике физики, то эти вопросы имеет смысл рассматривать в специальных курсах, которые будут относиться к циклу профессиональной и практической

подготовки.

Заканчивая статью, посвященную обоснованию целесообразности включения вводного курса соционики в перечень выборочных дисциплин цикла гуманитарной и социально-экономической подготовки учителей физики, в качестве необходимого следующего шага исследования укажем на разработку и обоснование соответствующей развернутой учебной программы.

Литература:

1. Аугустинавичюте А. Социон. — М.: Черная белка, 2008. — 192 с.

2. Гуленко В.В., Тыщенко В.П. Юнг в школе. Соционика — межвозрастной педагогике: Учебно-методическое пособие. — 2-е изд. — Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета; М.: Совершенство, 1997. — 270 с.

3. Кенєва І.П., Марченко О.А., Мінаєв Ю.П. На шляху до диференціальної дидактики фізики // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. Випуск 50. — Частина 1. — Херсон: Видавництво ХДУ, 2008. — С.167-172.

4. Кенева И.П., Марченко О.А., Минаев Ю.П. Проблема учета соционического типа будущего специалиста в процессе формирования его профессиональных качеств // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету: Серія педагогічна. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет, 2008. — Вип. 14. — С.62-65.

5. Кенева И.П., Минаев Ю.П., Тихонская Н.И. Обучение школьников языку физики в свете результатов современных психологических и соционических исследований // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, 2006. — Вип. 12. — С. 46-49.

6. Кенева И.П., Минаев Ю.П., Шишлов Д.Ю. Проблемы и перспективы применения соционики в деле разработки личностно-ориентированной дидактики физики // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету: Серія педагогічна. — Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет, 2007. — Вип. 13. — С. 133-136.

7. Прокофьева Т.Н., Прокофьев В.Г., Девяткин А.С., Клеопов П.Е. Особенности образовательного подхода в НИИ СОЦИОНИКИ //

Соционика для профессионалов. Соционические технологии в педагогике и управлении персоналом. Составители: Т.Н. Прокофьева, В.Г. Прокофьев, А.С. Девяткин. Под общей редакцией доктора философии в области соционики Т.Н. Прокофьевой. — М.: Из-во “Алмаз”, 2008. — С. 291-306.

8. Румянцева Е.А. На пути к взаимопониманию: соционика — учителям и родителям. — М.: Армада-пресс, 2002. — 256 с. (Серия «Отношения в зеркале соционики»).

9. Стукас В.А. Основы соционики: От типологии Юнга к модели А. От абстрактной модели А к естественнонаучной модели Т. Курс лекций. — Одесса, 2007. — 104 с.

10. Тигер П., Бэррон-Тигер Б. Делай то, для чего ты рожден. Путь к успешной карьере через самопознание. — М.: «Армада», 1996.

11. Удалова Е.А. Уроки соционики – 2 или секреты наших отношений. — М., 2007. — 266 с.

12. Филатова Е.С. Супружество в системе соционики. Наука общения, понимания и согласия. — М.: Доброе слово: Черная белка, 2007. — 607 с.

13. Юнг К. Психологические типы / Пер. с нем. — М.: «Университетская книга», ООО «Фирма «Издательство АСТ», 1998. — 720 с.

14. http://www.mon.gov.ua/main.php?query=newstmp/2009_1/10_06/8

ДЛЯ ЗАМЕТОК