

Головін Микола Борисович,
доцент кафедри вищої математики та
інформатики СНУ імені Лесі Українки
Артюх Віталій Олександрович,
студент 4 курсу фізичного факультету

АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ЗНАНЬ ПРИ КОМП'ЮТЕРНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

В статті розглянуті аспекти формування ієрархічної структури декларативних знань в галузі програмування при комп'ютерному моделюванні фізичних процесів.

Ключові слова: моделювання фізичних процесів, структури декларативних знань, адаптація, асиміляція, акомодация, деталізації пізнавальних схем з програмування

Holovin M. B., Artyuh V. O. In the article the author considered the aspects of the formation of the declarative knowledge hierarchical structure in programming using the computer simulation of physical processes.

Keywords: modeling of physical processes, structures of the declarative knowledge, adaptation, assimilation, accommodation, detalization in cognitive schemes in programming.

Нові інформаційні технології широко застосовуються в фізиці. Дослідження в області фізики часто вимагають оригінального програмного забезпечення. Це ставить перед дослідником задачі не тільки суто фізичного плану, йому часто густо приходиться розроблювати ексклюзивне програмне забезпечення, як для керування експериментом, так і для обробки його результатів. Комп'ютерне моделювання теж є часто важливим компонентом професійної діяльності фахівця з фізики. Тому впровадження в процес навчального початкового програмування прикладів, що ілюструють моделі простих фізичних процесів є актуальною задачею. Такій підхід дозволяє реалізувати зв'язки між курсами інформатики, математики і фізики.

Метою цієї роботи є *розгляд формування пізнавальних схем модельних програм*, що супроводжують процес навчального програмування.

Інтелектуальна діяльність детермінується структурною організацією декларативних знань. Ні одна пізнавальна схема не є абсолютно новою, кожна є результатом трансформації, модифікації,

деталізації попередньої. Ця теза є лейтмотивом багатьох сучасних робіт з пізнавальної психології [1].

Ієрархічність пізнавальних схем, що підтримують навчальне програмування, зв'язана зі схильністю людини до вибудовування ієрархічних понятійних структур. Це пов'язано із специфікою людського мислення, адже свідомість діє в межах поля уваги. Механізм свідомості пов'язаний з короткочасною пам'яттю, яка має обмежений обсяг 7 ± 2 поняття (магічне число Міллера) [2]. Короткочасна, довготривала і сенсорна пам'ять зв'язані в межах відомої трьохкомпонентної моделі пам'яті [3]. Інтелектуальні дії стосовно порції інформації, що знаходиться в полі уваги (що усвідомлюється) можуть бути успішні, якщо відповідна порція є логічно завершена. Так наприклад, можна вважати успішними результати дослідження сукупної дії операторів, функцій і процедур фрагменту навчальної програми, що знаходяться в полі уваги, якщо їх сукупну дію можна узагальнити коротким концептуальним висловом. Цей вислів характеризує функції відповідного блоку, як цілісного утворення. Функції фрагменту, як цілісного утворення, з одного боку, і функції окремих складових цього фрагменту, з другого боку, утворюють елементарну частину ієрархічної структури. Такий елемент структури може включатись в ієрархічну будову знань в довготривалій пам'яті. При потребі він може вилучатись з пам'яті в згорнутому вигляді або в розгорнутому вигляді. Перехід в логічних діях від функцій складових блоку до функції блоку, як цілісного утворення, є дією узагальнення. Зворотній хід є - конкретизацією.

Деталізація структури декларативних знань є основний механізм їх формування [4]. Так, наприклад, успішно використаний програмний фрагмент може бути модифікований в процесі деталізації дії якогось одного свого компоненту. В цьому випадку відбувається формування нової вітки ієрархічної конструкції.

Організація та адаптація головні принципи розвитку структури знань. Ця концепція висунута відомим психологом Піаже для розвитку інтелекту дітей, на думку авторів роботи, добре підходить для пояснення процесів навчання в галузі інформатики. Організація навчального матеріалу за Піаже може відбутись трьома способами: об'єднанням дій в серії або транзитивністю, групуванням та класифікацією дій, збереженням. В сенсі навчального програмування **транзитивність** важливий аспект організації навчального матеріалу, адже, це утворення з поодиноких кроків

ланцюгів дій. **Групування** (класифікація), як організація матеріалу при вивченні програмування проявляється, наприклад, в такому важливому аспекті дій, як виділення в тілі програми схожих фрагментів і описі їх у вигляді окремої процедури або функції.

Адаптація схем дій в кожному окремому випадку їх застосування має два аспекти асиміляцію та акомодацию. **Асиміляція** (від лат. assimilatio - злиття) це формування нових схем дій за трафаретом старих. **Акомодация** (від лат. accomodatio - пристосування) це пристосування старих схем до нових задач. Такі трансформації можуть об'єднати в новій схемі дві або більше старих схем. Акт адаптації завжди компроміс між двома нероздільними тенденціями: асиміляцією та акомодацией. Первинну асиміляцію Піаже називає "деформуючою", оскільки при появі нової навчальної проблеми та застосування існуючої схеми для подолання цієї проблеми риси схеми спотворюються, далі схема в результаті акомодации змінюється.

Ілюстрацію деталізації структури знань реалізуємо наступним матеріалом. Моделювання прямолінійного рівномірного руху об'єкта в одновірному просторі достатньо добре показує роботу циклу. Відповідний програмний фрагмент на мові Паскаль може виглядати наступним чином:

```
Xp:=100; Y:=100; T:=1;
```

```
Repeat
```

```
  X:=Xp+V*T; circle(X, Y, R); Sleep(10); T:=T+1; ClrScr;
```

```
Until KeyPressed;
```

Деталізація програми до такої, що моделює прямолінійний рух під довільним кутом в двовірному просторі дає наступний код.

```
Xp:=100; Yp:=100; X:=Xp; Y:=Yp; J:=0.5; T:=1;
```

```
Repeat
```

```
  X:=Xp+V*round(COS(J)*T); Y:=Yp+V*round(SIN(J)*T);
```

```
  Circle(X, Y, R); Sleep(10); T:=T+1; ClrScr;
```

```
Until KeyPressed;
```

Розгалуження добре візуалізується перешкодою в русі модельного об'єкту. Деталізація модельного експерименту до прямолінійного руху з відбиванням від горизонтальної перешкоди дає наступний програмний код.

```
Xp:=100; Yp:=100; X:=Xp; Y:=Yp; J:=0.5; T:=1;
```

```
Rrepeat
```

```
  IF (Y>150-R) THEN Begin J:=-J; T:=R; Xp:=X; Yp:=Y End;
```

```
  X:=Xp+V*round(COS(J)*T); Y:=Yp+V*round(SIN(J)*T);
```

```
  circle(X, Y, R); Sleep(10); T:=T+1; clrScr;
```

```
  Line(50,150,300,150);
```

Until KeyPressed;

Цей програмний код дає перспективу для модельного експерименту, в якому ілюструється відбивання і заломлення світла, коли фотон проходить через межу двох середовищ. Тут реалізується, ще більша деталізація уявлень про розгалуження. Розвиток уявлень про розгалуження можна реалізувати при моделюванні відбивання від двох горизонтальних стінок. Останнє може моделювати повне внутрішнє відбивання фотона в світловоді.

Добавка до двох горизонтальних перешкод, ще двох вертикальних, дає можливість показати рух молекули ідеального газу в замкненій прямокутній посудині. Подальша деталізація моделі ідеального газу полягає в збільшенні кількості молекул. Це дозволяє ввести поняття масиву і проілюструвати його роботу, а також продемонструвати вкладені розгалуження. Остання модель дає широку перспективу для моделювання ізотермічного, ізохорного, ізобарного процесів [5].

З приведенного вище видно наступне. Пізнавальна структура розвивається в приведених прикладах переважно в лінійному напрямку. Вона в процесі навчання поступово деталізується і багатократно ускладнюється. Ускладнена конструкція вже категорично не може поміститись в короткочасній пам'яті цілісно. Для міркувань стосовно неї необхідна особлива методика переносу уваги, яка передбачає спочатку низхідну деталізацію, а потім і модульне програмування [6, 7]. В цих методиках відбуваються транзити уваги вниз структурою програми і вверх логічно завершеними фрагментами програми. Транзитними пунктами цих логічних дій є назви програмних блоків, які пишуться, як правило, ремарками в тексті програми. Чим вище в структурі назва, тим більшу програмну конструкцію вона охоплює і вищий ступінь її абстрактності.

Ілюстрація розгалужень в формуванні структури знань.

Повернемося до формування пізнавальних структур. В їх розвитку завжди існують чисельні розгалуження. Проілюструємо, це на прикладі моделі рівноприскореного падіння тіла.

X:=100; Yp:=100; T:=0;

Repeat

*Y:=(Yp-round(Vo*t)+round(0.01*Sqr(t)/2));*

Circle(X, Y, R); Sleep(10); T:=T+1; ClrScr;

Until KeyPressed;

Відмітимо, що всі попередні моделі об'єднував рівномірний прямолінійний рух. Зміна цього об'єднуючого принципу формує нову вітку в розвитку моделей. Необхідно відмітити, що деякі модельні задачі можуть давати розгалуження не тільки на дві вітки, а на три і більше. Так наприклад, перша з приведених задач крім двох вже розглянутих віток може продукувати і третю важливу вітку моделей, що об'єднується навколо криволінійного руху об'єкту. Основою цієї вітки є різноманітні графіки, які в свою чергу можуть ілюструвати роботу багаточисельних модельних фізичних процесів. У цій вітці можна успішно вийти з двомірного простору екрану і продемонструвати побудову трьохмірних графіків.

Ілюстрація адаптації пізнавальних структур. Подальший розвиток моделі рівноприскореного руху в режимі адаптації (переважно акомодатції) дозволяє сформувати модель рівносповільненого руху.

Задача про модель, в якій тіло падає з висоти і підскакує після відбивання дає новий поштовх для адаптації існуючих схем. Подальша адаптація (переважно асиміляція) двох згаданих алгоритмів і фрагменту третього (відбиття від перешкоди) дає можливість побудувати бажану модель.

Ілюстрація "зрощення" віток формування структури знань. Цікавим моментом формування ментальних структур є те, що вони легко виходять з рафіновано ієрархічної конструкції і набувають вигляд мережі, коли відбувається злиття двох програмних структур, що еволюціонують різними вітками. Так наприклад, таке злиття відбувається при моделюванні ідеального газу, адже в цій моделі, хоч окремі молекули і рухаються прямолінійно рівномірно, однак існує розподіл молекул за швидкостями. При збільшенні температури швидкість окремих молекул зростає. Аналогічне злиття моделей з різних віток відбувається і в моделі руху тіла кинутого під кутом до горизонту. Тут теж відбувається "зрощення" віток, адже тіло рухається криволінійно, зі змінною швидкістю.

Висновки. Задачі на моделювання фізичних процесів з візуальним унаочненням відповідних феноменів дають можливість успішно освоювати програмування, як предмет.

Формування структури знань відбувається в режимі деталізації їх структури. Адаптація пізнавальних схем до розв'язку нових задач є важливим механізмом в розширенні спектру пізнавальних схем. У процесі формування структури знань відбуваються розгалуження

шляхів та їх "зрощення". Утворення строгого, широкого та щільного спектру пізнавальних схем відповідних стереотипним програмним конструкціям є стратегічною метою навчання. Саме така структура знань повинна дозволити розв'язувати широке коло задач, пов'язаних з діяльністю фахівця фізика.

Програмування модельних об'єктів підсилює розвиток притаманного фізикам причинно-наслідкового та абстрактно-логічного мислення, адже програми підтримуються строгими, добре логічно зв'язаними ментальними конструкціями великого розміру. Написання і відлагодження програм формує здатність оперувати такими структурами.

Список використаних джерел

1. Холодная М. А. Психология интеллекта: парадоксы исследования / М.А.Холодная. — СПб.: Питер, 2002. - 272с.
2. George A. Miller. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. The Psychological Review, 1956, vol. 63, Issue 2, pp. 81-97
3. Андерсен Джон Р. Когнитивная психология. /Джон Р. Андерсен СПб.: Питер, 2002. - 492 с.
4. Чуприкова Н.И. Психология умственного развития: Принцип дифференциации / Н.И.Чуприкова. – М.: Столетие, 1997. – 478 с.
5. Головін М. Б, Головіна Н. А. Деякі перспективи реалізації модельних експериментів на комп'ютері та створення віртуальних лабораторних практикумів з фізики //Науковий вісник ВДУ. Луцьк 2001 - С. 116-121.
6. Дал У. Структурное программирование / У.Дал, Э.Дейкстра, К.Хоар. – М.: Мир, 1975. - 246 с.
7. Хьюз Дж. Структурный подход к программированию / Дж.Хьюз, Дж.Митчом. – М. : Мир, 1980. - 276 с.

