

УДК 04.825(853):37.013.8,514.8

А. Г. Ложкин, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

В. Г. Тарасов, кандидат технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

СТРУКТУРИРОВАНИЕ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ НА МОРФОЛОГИЧЕСКОМ УРОВНЕ*

Кратко показана эволюция современных педагогических методов. На основе традиционных методик представлена попытка применения симметрии знаний для обучения спортивному программированию. Первые шаги методики базируются на морфологическом уровне представления знаний.

Ключевые слова: семиотический анализ, теория автоматов, автоморфизмы, задачи олимпиад, спортивное программирование.

Современная педагогика предлагает замену scientistic модели образования на гуманистическую модель, призванную обеспечить становление индивидуальности человека и раскрытие его потенциала, накопление и проживание уникального опыта, самоактуализацию и самореализацию [1]. Предлагается обновление и расширение «копилки» знаний, а также процесс постоянной трансформации личности [2, 3]. Мы же, оставаясь на позициях консерватизма, предполагаем, что знания в обучении остаются главными.

Педагогика обладает набором вполне объективных методов: теоретических (анализ, интерпретация, аналогия, моделирование, обобщение на уровне установления закономерностей, проектирование, теоретическое обобщение результатов исследования); эмпирических (наблюдение, анкетирование, интервьюирование, подготовка документации, педагогические измерения); квалитетических (регистрация, ранжирование, шкалирование, методы математической статистики). В наиболее развитых теоретических педагогических исследованиях применяется теория множеств и универсальная алгебра. Вместе с тем фундаментом педагогики являются эмпирические исследования и эвристики, связанные через современную философию с некоторыми современными направлениями математики. Предлагаемая модель процесса подготовки студенческих команд по программированию основывается на традиционных разделах математики непосредственно, минуя ненужные промежуточные звенья.

Задачей предлагаемого исследования является разработка и экспериментальное подтверждение безусловной системы внутренних отношений в человеке, совпадающей с внутренними отношениями в окружающем мире, доказательство единого фундамента естественных и гуманитарных наук на основе базовых дисциплин математики – теории множеств и универсальной алгебры [4]. Для решения задачи используется метод семиотического анализа в интерпретации А. П. Ершова как один из мощнейших математических методов познания. Аппаратом рабо-

ты избран системный анализ, поскольку предполагаем, что представление моделей в лингвистическом описании, как в точных науках, так и гуманитарных, можно обрабатывать по единому методу.

Системный анализ занимается проблемами разработки и применения методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования, обработки информации, целенаправленного воздействия человека на объекты исследования, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования управления и принятия решений, с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования. С этой точки зрения процесс обучения можно рассматривать как любой другой, например, технический процесс, но сложность системы во многом больше, чем другой системы управления. Поэтому для исследования выбран процесс высшего профессионального образования. Вместе с тем оппоненты исследования могут заявить, что результаты исследования могут быть получены за счет других факторов. К ним следует отнести: повышенный уровень знаний у обучающегося контингента; простота курса; отсутствие объективных критериев, например, заработная плата выпускника, количество устроившихся на работу после окончания вуза и т.д. Следовательно, процесс апробации метода обучения должен находиться в смежной сфере.

Актуальным объектом исследования в условиях ИжГУ имени М. Т. Калашникова является процесс дополнительного образования по информатике для желающих поступить на кафедру «Программное обеспечение» и подготовка сборной ИжГУ по спортивному программированию. Для справки: сборная ИжГТУ по спортивному программированию входит в число ведущих мировых сборных, о чем свидетельствуют занимаемые ею места на всероссийских и международных олимпиадах по программированию. В течение уже около двадцати лет накоплен большой материал конкурсных задач. Два раза в год на базе ИжГТУ проводятся методические семинары по спортивному программированию для других российских команд. Накоплен большой учебный и ме-

тодический материал. Уже длительное время проводится накопление и анализ информации, содержащейся в олимпиадных заданиях [5].

Каждый курс высшего профессионального образования дает знания обучаемому по принципам от простого материала к более сложному и вариативности решений. Вместе с тем структура большинства курсов во многом нелинейна и может быть описана только сложным графом.

Применительно к задачам по информатике каждое задание можно представить через кортеж $Z_i = \langle U_i, A_i, O_i \rangle$, где $U_i = \{u_{i1}, \dots, u_{ik_i}\}$ – входные данные мощностью k_i ; $O_i = \{o_{i1}, \dots, o_{il_i}\}$ – выходные данные мощностью l_i ; $A_i = \langle D1_i, A1_i \rangle$ – описание внутреннего алгоритма; $D1_i = \{d1_{i1}, \dots, d1_{im_i}\}$ – внутренние данные, необходимые для решения алгоритмом мощностью m_i ; $A1_i = \{a1_{i1}, \dots, a1_{iq_i}\}$ – шаги (микрпроцессы) алгоритма мощностью q_i . Принцип подачи материала от простого к сложному образует симметрию математического порядка (Кантора) [1]. Пусть кортеж мощностей множеств образующих текущее знание имеет вид $\langle k_i, l_i, m_i, q_i \rangle$, тогда применение функции $F_{OrdMat} : Z_{i+1} = F_{OrdMat}(Z_i)$ изменит мощности образуемых множеств так, что по крайней мере одна из мощностей μ_{i+1} , где $\mu_{i+1} \in \{k_{i+1}, l_{i+1}, m_{i+1}, q_{i+1}\}$, будет $\mu_{i+1} > \mu_i$. В качестве примера можно привести вывод пикселя на экран и алгоритм Брезенхера из компьютерной графики. Кроме того, в курсах также употребляется принцип вариантного решения задачи. В этом случае применяется такая функция $F_{OrdLin} : Z_{i+1} = F_{OrdLin}(Z_i)$, что $U_i = U_{i+1}$ и $O_i = O_{i+1}$, но $A_i \neq A_{i+1}$. Если рассмотреть данный процесс как проявление автоморфизма, то мы видим проявление симметрии лингвистического порядка (Декарта) [4], так как сущность объекта не меняется, но образуется отличающийся признак. Примером вариантности решений может служить множественность алгоритмов сортировки. Таким образом, единой образующей существующих учебных курсов является симметрия переноса по Вейлю [6].

Для успешного усвоения сложного материала в сжатые сроки предлагается вместо простых симметрий использовать главную – симметрию знаний [1]. Симметрия знаний объединяет в единую структуру все существующие симметрии, поэтому является наиболее мощным автоморфизмом. Но как в евклидовом пространстве единой таблицей симметрий объединяются объекты теории множеств и универсальной алгебры, так и в разрабатываемом курсе должны объединяться как минимум два предмета. При формировании расширенной таблицы симметрий по Дьедонне был использован принцип непрерывности дискретных величин. Результаты были получены при использовании семиотического анализа. Его же будем использовать и в данном исследовании.

Семиотический анализ предполагает четыре уровня исследования: лексический (морфологический), синтаксический, семантический и прагматический. Морфологический, или лексический, анализ является наиболее простым и разработанным к данному времени. Длительность научных исследований последующих разделов семиотики возрастает. Если задачи синтаксиса решаются успешно, то с семантикой возникают проблемы формализации. А прагматика для современных исследований во многом является terra incognita.

Предполагается, что объединение в общий курс разных предметов можно осуществить на всех уровнях семиотики. Чтобы начать исследования, попробуем сформулировать некоторые правила формирования курса на лексическом уровне. Хорошо зарекомендовавшим себя формальным методом морфологических исследований является теория автоматов. В нем также присутствует принцип непрерывности дискретных величин, когда непрерывная цепочка состоит из дискретных символов.

Прежде чем приступить к рассмотрению структурирования на основе теории автоматов, остановимся на междисциплинарных связях в симметрии знаний. Начнем с самых слабых – зеркальной и перестановки. Зеркальная симметрия на числовой прямой описывается одним или двумя отношениями $a = -a$; в свою очередь, симметрия перестановки описывается одним или двумя отношениями $a_1 \leftrightarrow a_2$. Очевидно, что количество симметрий перестановки значительно больше, чем количество зеркальных симметрий для любого числового множества. Вместе с тем зеркальная симметрия входит в перестановку. Они имеют общую комбинаторную сущность, работают над одними и теми же множествами на входе и выходе, если рассматривать их как некоторые алгоритмы. Абсолютно так же проявляется связь симметрии математического порядка (Кантора $r_i \prec r_{i+1}, r_i, r_{i+1} \in \square$) и лингвистического порядка (Декарта $X \neq Y \neq Z$), так как первая слабее второй, так как работает на ограниченных, только математических множествах. Симметрии имеют общий принцип (алгоритм) – симметрию переноса. Таким образом, для связи между дисциплинами необходимо строить отношения по множествам A_{1i} и A_{2i} желательно таким образом, чтобы $m_{1i} < m_{2i}$ для множеств $D1_{1i}$ и $D1_{2i}$, где первый индекс отражает принадлежность соответствующей дисциплине. Когда на первом занятии рассказано, что команда ассемблера XOR AL,AL эффективней команды MOV AL,0, а на втором рассмотрен алгоритм анимации на основе операции исключающего ИЛИ, то между занятиями построена требуемая связь. Студент бессознательно делает открытие, что булевы функции являются мощным средством повышения эффективности программного обеспечения.

Необходимо остановиться на серьезной проблеме, возникающей при структурировании. Отношения мощностей $m_{1i} < m_{2i}$ добиться на практике затруд-

нительно [7]. Такой результат может быть получен только применением импликации $A_{1i} \rightarrow A_{2i}$. Поэтому для упрощения задачи рекомендуется применять функцию $F : A_{1i} \cap A_{2i} \neq \emptyset$. В крайнем случае – использовать отношение $A_{1i} \equiv A_{2i}$. В этом случае мощности m могут совпадать или не совпадать.

Пусть имеется грамматика $G = \langle N, \Sigma, P, S \rangle$, где N – множество нетерминальных символов; Σ – терминальный алфавит, образующий множество Σ^+ ; P – правила вывода; S – начальный символ. Предполагая, что $U_i \cup O_i \subseteq \Sigma^+$, $P = F(A_i)$ и $N \neq \emptyset$, можем построить конечный автомат с памятью или без нее: $M = \langle Q, \Sigma, \Delta, I, F \rangle$, где Q – множество состояний; $\Delta \subseteq Q \times \Sigma^+ \times Q$; $I \subseteq Q$ – начальные состояния; $F \subseteq Q$ – конечные состояния. Задача структурирования курсов в один на простейшем лексическом уровне заключается в том, чтобы найти:

1. Функцию перехода $F : A_i \rightarrow P$.

2. Такое множество состояний T для конечных автоматов G_1 и G_2 , чтобы $T \subset Q_1$ и $T \subset Q_2$, одновременно $T \cap I = \emptyset$ и $T \cap F = \emptyset$, мощность множества T строго больше единицы.

Текущей задачей исследования является полуавтоматический синтез структурного представления задач по информатике на основе симметрии Гильберта (знаний) [4, 7] в соответствии с внутренней структурой задания, предложенной выше, и правилами импликации, в сложных случаях упрощенными до эквивалентности. Разрабатываются и проверяются методики получения, с одной стороны, набора функций F , а с другой – минимального набора совпадающих состояний двух автоматов. Кроме того, дополнительные работы связаны с унификацией представления данных и алгоритмов, доказательствами теорем.

Вместе с тем курс для олимпиадников входит в противоречие с задачами системного анализа. При анализе системы рассматриваются противоречия, возникающие при функционировании подсистем. Одной из задач является если не устранение данных противоречий, то хотя бы их согласование. В эвристических соревнованиях, наоборот, в противоречиях между подсистемами может быть найдено эффективное и быстрое решение.

Педагогика до сих пор считается гуманитарной наукой, то есть дисциплиной, на которую в большей мере влияет антропологический фактор, чем законы природы. Да и действительно, процесс обучения зависит не только от учителя и учебной программы, но и экономических, социальных и множества других факторов. Представленные материалы являются попыткой внести в сложный педагогический процесс точные знания математики.

Библиографические ссылки

1. *Кларин М. В.* Инновации в обучении: метафоры и модели. Анализ зарубежного опыта. – М. : Наука, 1997. – 223 с.
2. *Mintzberg H.* Managers Not MBAs: A Hard Look at the Soft Practice of Managing and Management Development. – San Francisco : Berrett-Koehler Publishers, 2004. – 464 p.
3. *Zoglowek H., Aleksandrovich M.* Psychological and Pedagogical Aspects of Motivation. – London : LIT Verlag, 2013. – 152 p.
4. *Ложкин А., Дюкина Н.* Структурирование аналитической геометрии на основе симметрий. – Saarbrücken : LAP Lambert Academic Publishing, 2012. – 176 с.
5. *Тарасов В. Г., Байбородов С. В.* Методика оценки сложности задач по программированию // Информатика и вычислительная техника : сб. науч. трудов Российской конференции аспирантов, студентов и молодых ученых. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – С. 639–642.
6. *Вейль Г.* Симметрия – М. : Наука, 1968. – 192 с.
7. *Ложкин А. Г., Дюкина Н. Г.* Применение метода подобию в педагогике // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Информационные процессы и технологии «Информатика – 2013». – Севастополь : Вебер, 2013. – С. 56–57.

A. G. Lozhkin, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University
V. G. Tarasov, PhD in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Structuring the Olympiad Tasks at Morphological Level

The evolution of advanced pedagogic methods is briefly shown. Some effort of using Hilbert (knowledge) symmetry for tasks of sports programming on the base of orthodox paradigm is presented. The first steps of research are based on morphological level of knowledge representation.

Key words: semiotic analyzes, theory of automatons, automorphisms, Olympiad tasks, sports programming.