

Изучение рекурсивных алгоритмов в начальных классах

Г.В. Сугробов,
Н.Б. Тихонова,
Н.С. Минаева



Формирование **операционного стиля мышления** наиболее актуально в наше время, когда новые компьютерные технологии проникают во все сферы человеческой деятельности. Формирование такого стиля мышления способствует воспитанию у учащихся целого ряда качеств, таких как внимательность, точность, последовательность, краткость и др.

Данный стиль мышления проявляется в **умении решать процессуальные задачи**. Этим термином обозначаются задачи на нахождение и описание процесса достижения поставленной цели при определенных условиях. Ответом таких задач является не какой-либо отдельно установленный факт, а сам процесс его получения, который выступает целью деятельности. Изначально известны конечная цель и условия, накладываемые на процесс ее достижения. Требуется спланировать этот процесс, т.е. установить, какие действия необходимо совершить для достижения поставленной цели.

Процессуальные задачи играют важную роль в развивающем обучении, так как их решение способствует развитию у учащихся умений сравнивать, анализировать, обобщать, прогнозировать и т.д.

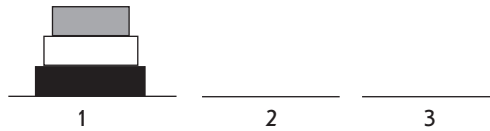
Процессуальные задачи по виду алгоритма, разрабатываемого при их решении, целесообразно делить на **линейные, разветвляющиеся и циклические**. К линейным процессуальным задачам относится задача о Ханойской башне:

Как переложить пирамидку из двух, трех, четырех и т.д. звеньев с основания 1 на основание 2, используя для этого основание 3, если:

1) можно брать только одну верхнюю деталь;

2) нельзя класть на маленькую большую деталь.

Рассмотрим пример решения этой задачи для трех звеньев.



Рассмотрим решение:

- | | |
|----------|----------|
| 1) 1 - 2 | 5) 3 - 1 |
| 2) 1 - 3 | 6) 3 - 2 |
| 3) 2 - 3 | 7) 1 - 2 |
| 4) 1 - 2 | |

В этом алгоритме все операции располагаются последовательно, потому что это линейный алгоритм. Эмпирическим путем устанавливаем, что пирамидку из одного звена можно переложить за одно действие, из двух - за три ($1 + 1 + 1$), из трех - за семь ($3 + 1 + 3$), из четырех - за пятнадцать ($7 + 1 + 7$) и т.д. Если проследить за процессом решения задачи, то можно заметить, что некоторые операции в решении повторяются.

В информатике алгоритм, который использует самого себя в качестве вспомогательного, называется **рекурсивным**. Это особый вид алгоритма, которому в информатике уделяется большое внимание. Алгоритм решения задачи о Ханойской башне как раз и является рекурсивным. Термин «рекурсивный алгоритм» вводится только в старших классах. Для того чтобы дети поняли суть данного вида алгоритма, можно предложить отрывок из стихотворения «Дом, который построил Джек» в переводе С.Я. Маршака:

Вот дом, который построил Джек,
 А это пшеница, которая в темном
 чулане хранится
 В доме, который построил Джек.
 А это синица, которая часто ворует
 пшеницу,
 Которая в темном чулане хранится
 В доме, который построил Джек.
 Вот кот, который пугает и ловит
 синицу,
 Которая часто ворует пшеницу,
 Которая в темном чулане хранится
 В доме, который построил Джек.
 Вот пес без хвоста,
 Который за шиворот треплет кота,
 Который пугает и ловит синицу,
 Которая часто ворует пшеницу,
 Которая в темном чулане хранится,
 В доме, который построил Джек.

И т.д.

Это стихотворение построено по принципу нарастающего кома, т.е. последующая часть повторяет предыдущую в качестве вспомогательной. Это прообраз рекурсивного алгоритма. Если поставить перед детьми задачу записать данное стихотворение с использованием стрелок перехода так, чтобы каждое предложение было использовано только один раз, то можно получить условную схему рекурсивного алгоритма (см. справа).

Чтобы у ребят в будущем, при выполнении заданий, основанных на рекурсивном алгоритме, не возникали трудности, целесообразно неявно вводить такого вида задания уже в среднем звене в виде игры.

На уроке знакомства с игрой-задачей о Ханойской башне нужно рассказать детям об истории ее возникновения. Игру «Ханойская башня» изобрел французский математик Люка в 1883 г. Он украсил ее романтической легендой.

...Где-то в непроходимых джунглях, недалеко от города Ханоя, есть монастырь бога Браммы. В начале времен, когда Брами создал мир, он воздвиг в этом монастыре три высоких алмазных стержня и на один из них возложил 64 диска, сделанных из чистого золота. Он приказал



монахам перенести эту башню на другой стержень (в соответствии с правилами, конечно). С этого времени монахи работают день и ночь. Когда они закончат свой труд, наступит конец света. Но до сих пор никто так и не выполнил этот приказ.

Задачу о Ханойской башне можно проиллюстрировать в ходе манипуляций с кольцами. Для этого каждый ученик должен иметь заготовки-звенья разной длины и цвета. Такие же звенья пирамиды должны быть и у учителя. Педагогу целесообразно изготовить разные по цвету звенья и использовать магниты, чтобы можно было наглядно демонстрировать перемещение звеньев на доске с одного основания на другое.

Манипуляция звеньями очень важна для наглядного представления процесса решения данной задачи на этапе поиска решения. Такой способ позволяет избежать многих ошибок, связан-

ных с учетом промежуточных состояний процесса их решения.

Обучение решению задач о Ханойской башне нужно начинать от простого, постепенно переходя к сложному, т.е. сначала рассматриваются пирамиды с двумя звеньями, затем с тремя, четырьмя и т.д. Возможна такая ситуация: необходимо переложить пирамиду из двух звеньев на другое основание, используя третье.

Дети могут предложить перенести верхнее звено на основание b или на основание c . Логично задать вопрос: на каком основании будет построена целая пирамида?

Вероятнее всего, ребята скажут, что на оставшемся основании, так как других свободных оснований больше нет.

Затем можно рассмотреть другую ситуацию, когда следует переложить пирамиду (из двух звеньев) на основание b . В дальнейшем выясняется, что первоначально верхнее звено нужно перенести на основание c , и только тогда пирамида окажется на основании b .

Таким образом, оперируя звеньями в ходе игры, дети должны научиться предвидеть то, что получится в результате произведенных действий, находить рациональный способ действия.

Разобрав все ситуации с пирамидой из двух звеньев, следует рассмотреть задачи о пирамиде, состоящей из трех, четырех и более звеньев. Методика работы над решением данных задач с прибавлением звеньев усложняется, а вместе с этим увеличивается нагрузка на мыслительные операции школьников.

Первоначально дети решают задачу устно с помощью манипуляций со звеньями, но затем следует предложить такого вида задания:

Попробуй составить и записать алгоритм решения этой головоломки по шагам. Способ кодирования информации о шагах алгоритма выбери самостоятельно.

При решении данного вида задач на этапах поиска их решения и оформления одной из трудностей является запись решения. Процесс рас-

суждений трудно удержать в памяти, особенно младшим школьникам, еще труднее ориентироваться в нем и его анализировать. Поэтому учителю необходимо научить детей записывать решение задачи по шагам (выполнил перемещение звена – запиши это действие с помощью символов).

В классе можно осуществить такую работу. Учитель перечисляет признаки объектов задачи о Ханойской башне:

Признаки колец:

цвет (красный, синий, зеленый);

положение (верхнее, среднее, нижнее);

размер (большое, среднее, маленькое).

В ходе рассуждения класс приходит к мысли о том, что размер – признак неудобный, ведь на кольцах размеры не написаны. Одному это кольцо покажется маленьким, другому – побольше. В результате этого делается вывод: от данного признака нужно отказаться.

Признаки стержней:

номер (1, 2, 3);

положение (левый, средний, правый);

наполненность (пустой, полупустой...).

Комментарий учителя: «Называя номер и положение стержней, мы говорим одно и то же (какой это стержень), поэтому разумнее использовать только номер стержня». Например, учитель сделал ход (3–2). Дети описывают его: «Зеленое кольцо переложили на второй стержень». Ученик на наглядном пособии выполняет ход. Учитель записывает на доске: цвет – номер.

Варианты ответов детей:

Недостаточность информации

цвет, положение кольца – номер;

цвет – номер;

цвет – цвет.

Избыточность информации

номер, положение кольца – номер, цвет;

цвет, номер – номер.

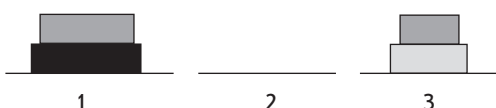
Учитель:

– Выберем форму записи, которая должна:

- быть краткой (не содержать лишней информации);
- быть понятной (не допускать неоднозначности);
- подходить для любого хода (для всех ходов одна и та же запись).

Проверим вот эту запись: цвет, положение кольца – номер.

Назовите ход по этой записи. (*Красное верхнее кольцо переложить на второй стержень**.)



– Сколько разных ходов можно сделать по этому рисунку? (*Два.*)

– Почему? (*Даны два звена красного цвета.*)

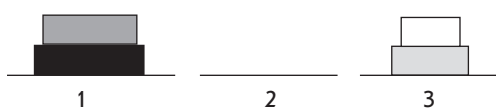
– Подходит нам такая запись? (*Нет, недостаточно информации.*)

Недостаточная запись вычеркивается целиком. Далее следует проверить все остальные недостаточные записи.

Учитель:

– Проверим эту запись: цвет, номер – номер.

Учитель показывает ход и просит детей проговорить его по этой записи. (*Красное кольцо с первого стержня переложить на второй стержень.*)



– Могу ли я переместить с первого стержня на второй другое кольцо, кроме красного? (*Нет.*)

– Почему? (*Можно перемещать только верхнее кольцо.*)

– Надо ли нам указывать, какого оно цвета? (*Нет.*)

– Сократим запись.

Вычеркивается только избыточный признак. Далее нужно проверить все остальные избыточные записи.

Учитель:

– Какая же схема записи у нас осталась? (*Номер – номер.*)

– Соответствует она требованиям? Запись краткая? Понятная? Подходит для любого хода? Давайте это проверим.

На данном этапе вводятся записи вида: 1–2, 1–3, А–В, В–С в зависимости от обозначения основания. Эти записи дети учатся читать и видеть за символьным выражением образ, расположение звеньев на стержнях. Для отработки данного умения можно предложить следующие задания.

1. Учитель вызывает ученика, предлагает ему отвернуться от наглядного пособия и говорит: «Я покажу ход, а вы должны объяснить его так, чтобы ваш товарищ смог его повторить».

2. Учитель показывает конкретный ход на пособии, восстанавливает ситуацию и просит детей рассказать, что же он сделал, а затем записать этот ход.

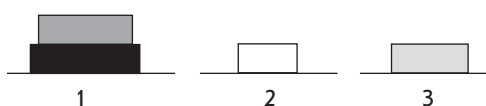
3. Используя решение задачи (для трех звеньев), продемонстрируй процесс перемещения звеньев с одного основания на другое:

- | | |
|----------|----------|
| 1) 1 – 3 | 5) 2 – 1 |
| 2) 1 – 2 | 6) 2 – 3 |
| 3) 3 – 2 | 7) 1 – 3 |
| 4) 1 – 3 | |

Целесообразно выполнять и обратное задание: учащийся (учитель) перекладывает звенья, а другой учащийся записывает его действия (перемещения) по шагам.

После того как дети научатся быстро и правильно выполнять такие задания, следует вводить задания, направленные на анализ решения и рисунка; соотнесение рисунка и решения и др. Например:

1. Рассмотрите рисунок расположения звеньев. Восстановите процесс перемещения звеньев по шагам, начиная с самого начала. (*Изначально пирамида находилась на основании 1.*)

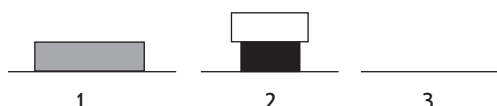


* По техническим причинам мы не можем воспроизвести в журнале ряд цветов. – Прим. ред.

Ответ: 1) 1 – 2,
2) 1 – 3.

2. Проанализируй расположение звеньев на предыдущем рисунке. Предположи, на каком основании будет находиться пирамида (изначально она находилась на основании 1).

3. Дан рисунок. Найди ошибку и исправь ее, записав перемещение звеньев с помощью символов. Сколькими способами можно исправить ошибку?

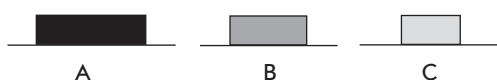


4. Придумай свою ошибку в рисунке и предложи другу ее исправить.

5. Рассмотря запись решения задачи. Найди ошибку и подчеркни ее. В чем заключается данная ошибка? (Если ее трудно найти, используй прием манипуляции.)

- 1) A – B
- 2) B – A
- 3) A – C
- 4) A – B
- 5) C – B
- 6) A – C
- 7) B – A
- 8) B – C
- 9) A – C

6. Рассмотря рисунок:



Продолжи перекладывать звенья так, чтобы пирамида оказалась на основании B.

Запиши свои действия.

- Ответ: 1) C – A
2) B – C
3) A – C
4) A – B
5) C – A
6) C – B
7) A – B

Построение способа решения задачи опирается на рефлексивное понимание оснований собственных действий. Анализ, рефлексия, моделирование невозможны без способности действовать в уме, т.е. способности человека заранее предста-



вить то, что получится в результате его усилий, представить образ будущего результата. Уровень развития способности действовать в уме, во внутреннем плане, является показателем общего умственного развития. Одной из задач учителя информатики является развитие мыслительных операций учащихся. Использование игр-задач о Ханойской башне является эффективным средством решения данной проблемы.

Таким образом, при соответствующей организации обучения возможно пропедевтическое изучение такого важного и сложного понятиях, как рекурсивный алгоритм, даже в начальных классах.

Геннадий Викторович Сузробов – канд. физ.-мат. наук, профессор, зав. кафедрой информатики и методики ее преподавания;

Наталья Борисовна Тихонова – канд. пед. наук, доцент кафедры информатики и методики ее преподавания;

Наталья Сергеевна Минаева – студентка факультета начального и специального образования Пензенского государственного педагогического университета.