

ИНФОРМАТИКА ДЛЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

Излагается методика работы на компьютерах с детьми младшего школьного возраста (8 – 10 лет). Цель методики определяется как приобщение детей к программированию – основному инструменту информатики. Овладение программированием происходит при работе детей в графической среде ЛОГО, обеспечивающей свободный контакт ребенка с компьютером в процессе решения задач геометрии на плоскости. Методика исходит из образовательной идеологии С. Пейперта – создателя ЛОГО, принципов работы с детьми в зоне ближайшего развития по Л.С. Выготскому и опоры на круг возрастных интересов учащихся. Подчеркивается гуманитарно-эстетическая направленность методики. Приводятся примеры программ и графических иллюстраций школьников.

Многочисленные психологические исследования подтвердили, что учебная деятельность, как и всякая другая, побуждается системой разнообразных мотивов. Как правило, их делят на две большие категории. Одни мотивы связаны с содержанием деятельности и процессом ее выполнения (желание овладеть новым знанием, научиться новым приемам), другие – с взаимоотношениями учащегося с окружающей средой. Обе эти категории необходимы для обеспечения успешности учебной деятельности. В основе формирования системы мотивов лежат ценностные ориентации личности, претерпевающие закономерные изменения в процессе ее развития. Психолого-педагогическая наука обязана учитывать тот факт, что у учащегося любого звена общеобразовательной школы имеется определенная сфера активности, обусловленная системой возрастных ценностей, которая предшествует его сознательной психической деятельности и определяет столь важный в обучении интерес к предмету.

Распространения компьютеров в практической деятельности человека привели, на наш взгляд, к изменению отношения в обществе к этому интеллектуальному инструменту и, следовательно, к трансформации мотивов его освоения. Мы исходим из того реально существующего факта, что ребенок, прошедший в школу, уже знаком с компьютером и преодолел психологический барьер в общении с ним. Интерес младшего школьника к компьютеру безусловен, но процесс его серьезного использования отодвинут на далекий этап старших классов. Сознывая, что интерес ребенка обусловлен, как правило, игровым наполнением компьютера, мы считаем, что учет этого момента означает использование существующей мотивации для организации серьезной обучающей и развивающей деятельности учащегося.

Предлагаемая нами методика приобщения к информатике детей младшего школьного возраста базируется на том известном психологическом феномене, который А.Н. Леонтьев называл «смещением потребностей на созидание». И потому в ее основу мы полагаем следующие принципы:

- изучение компьютерных технологий должно быть встроено (интегрировано) в привычную (привлекательную) для учащегося деятельность в соответствии с кругом его возрастных интересов и перечнем изучаемых предметов;

- богатые интеллектуальные возможности компьютера должны обеспечивать учебную деятельность в зоне ближайшего развития учащегося по Л.С. Выготскому, способствовать росту его креативных способностей и формированию требуемого уровня знаний.

Для учащихся начального периода (2–5-й классы) в качестве такой привычной и привлекательной деятельности среди других выступает изобразительное творчество. Ребенок, создавая художественные «шедевры», наиболее полно проявляет свою личность и свое восприятие мира. Помня о том, что информатика – это в первую очередь программирование, мы остановились на работе с младшими школьниками в среде графического программирования ЛОГО, разработанной американским математиком Сеймуром Пейпертом. В ЛОГО ребенок не просто рисует, а программирует свои рисунки, одновременно закрепляя свои интуитивные знания о геометрии на плоскости и знакомясь с приемами написания алгоритмов. Работа детей носит проектный характер и является индивидуальной. Последний момент следует из философии образования Пейперта, отрицающего всякое однообразие и навязывание в процессе обучения.

Первые шаги и красивые рисунки

Особенностью языка программирования ЛОГО является то, что дети могут почти сразу, с первых шагов, создавать нечто целое и красивое, освоив всего несколько простых команд, управляющих движением рисующего на экране объекта (Черепашки). Как пишет Сеймур Пейперт, дети, обучая Черепашку рисованию, «изучают математику «с помощью собственного тела» ...по мере овладения геометрией Черепашки дети все острее воспринимают смысл движений собственного тела, одновременно они все лучше осваивают формальную геометрию».

То, что они сами могут научить Черепашку новым и более сложным командам, является для них приятным открытием. Нужно сказать, что новая команда – это, вообще говоря, процедура или метод с точки зрения синтаксиса алгоритмического языка. Однако в ЛОГО механизм оформления новых команд не уводит ребенка в мир непонятной символики, а выглядит как любое объяснение нового, впервые представляемого ему объекта или явления: это карандаш, это квадрат, это дорога, это перемещение и т.п.

Наиболее сложным моментом, с методической точки зрения, является введение понятия переменной величины, которая при оформлении новой команды используется как «параметр» этой команды, позволяющий получать различные по величине изображения. Использование семантически обусловленных имен – сторона, угол, количество и т.п. – помогает ребенку на первых шагах преодолеть эту сложность. Мы переходим к написанию новых команд переменны-

ми в качестве входных параметров почти сразу. Достаточно научить школьника написать несколько разных команд для рисования линии различной длины, чтобы он убедился в определенной бесполезности своей работы, когда в каждой команде он просто дважды меняет значение длины линии, выражаемое числом. И после этого параметр с именем **:длина**, появившийся в заголовке команды и в ее теле, становится его спасителем.

Усвоение понятия «параметр» закрепляется далее при изучении того, как Черепашка рисует замкнутые равносторонние многоугольники. Начинаем мы с хорошо знакомого детям квадрата. Почти все школьники, с которыми нам приходилось иметь дело, уже в первом классе знают эту геометрическую фигуру и знают, что все углы квадрата – прямые и равны 90° . Мы обращаем внимание ребенка на то, что, рисуя квадрат, Черепашка делает полный оборот – на 360° . Нарисовав квадрат, она принимает исходное положение. А так как поворотов было 4 и все они были одинаковыми, то отсюда легко определяется значение угла поворота – частное от деления 360 на 4. Затем переходим к равностороннему треугольнику и просим детей, сделав аналогичные рассуждения, определить угол поворота Черепашки, когда она рисует этот треугольник. Далее дети самостоятельно определяют углы поворота Черепашки при рисовании пяти-, шести-, десяти- и 36-угольников. Визуальное восприятие 36-угольника как окружности (круга) приносит детям радость – один из наиболее часто задаваемых вопросов в начале обучения: «А когда мы будем рисовать круг?»

Хотелось бы отметить одну трудность, с которой мы сталкиваемся постоянно. И во втором, и в третьем, и в более старших классах дети затрудняются в выполнении арифметических операций с числами до 360. Но, как говорится, это уже имеет отношение не к ЛОГО и нашей методике, а скорее к методикам преподавания математики в начальной школе.

Для хорошо продвигающихся детей мы заканчиваем этот раздел общей командой для рисования N-угольника с двумя входными параметрами – сторона и число сторон многоугольника:

```
это n-угольник :сторона :число_сторон
повтори :число_сторон
[вперед :сторона направо 360 / :число_сторон]
конец
```

Над командой рисования окружности (дети предпочитают говорить «круга») мы продолжаем работу далее. Поскольку в различных рисунках дети будут, как правило, использовать не целую окружность, а некоторые ее части (дуги), обязательным является написание команд для рисования различных дуг – при движении Черепашки вперед с поворотами направо, назад – с поворотами направо, вперед – с поворотами налево и назад – с поворотами налево. Наличие таких команд позволит им в дальнейшем оптимально выполнять различные необходимые сопряжения.

На чем основана методика рисования дуг? Если известно, что вся окружность – 36-угольник, т.е. при рисовании окружности Черепашка делает 36 шагов с величиной **:сторона**, то легко определяется, что для рисования дуги, равной четверти окружности, она

должна сделать 9 таких шагов, а трети – 12 шагов. Количество шагов должно быть целым числом. Поэтому восьмую часть окружности Черепашка нарисует не точно, т.к. 36 не делится на 8 нацело. Дети, умеющие хорошо делить, тут же догадываются, что окружность можно определить как 360-угольник, и тогда число изображаемых дуг будет больше. Таким образом, все команды рисования дуг будут иметь два параметра – значение стороны 360-угольника и количество необходимых шагов. Ниже приведен пример команды для рисования дуги при перемещении Черепашки вперед с поворотами направо:

```
это дуга :величина_шага :число_шагов
повтори :число_шагов
[вперед :величина_шага направо 1]
конец
```

Приятно видеть, как дети, написав одну такую команду, быстро копируют ее для остальных случаев.

Теперь остановимся на творческой составляющей работы детей, овладевших приемами рисования прямых линий и дуг окружности. Она основана на реализации в среде ЛОГО операций поворота и перемещения. И первые красивые изображения получаются детьми при применении команд повторения и поворота к любому полученному ими изображению. Их завораживает сам процесс появления узора на экране. На рис. 1 показано несколько возможных узоров. Особую красоту им придают раскраска и муаровый эффект, видимый даже в черно-белой графике.

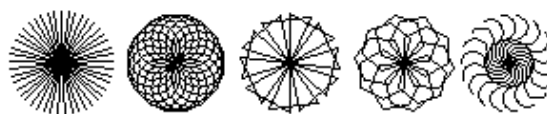


Рис. 1

Немного математики

Первые шаги ребенка в ЛОГО требуют от него умений быстро выполнять основные арифметические операции. Но значительная часть школьников младших классов уже готова к освоению на описательном уровне определенных математических закономерностей. В своей работе мы используем следующие две – теорему Пифагора для равнобедренного прямоугольного треугольника и соотношение между длиной окружности и ее диаметром.

Базой для изучения теоремы Пифагора является программирование задач на основе китайской головоломки «Танграм», представляющей собой одну из задач на разрезание квадрата (рис. 2).

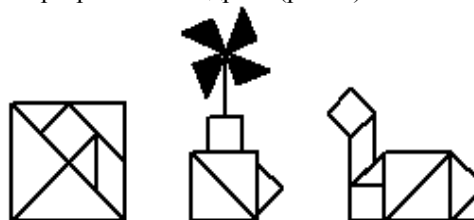


Рис. 2

В данной головоломке основной квадрат разрезается на семь частей – пять равнобедренных прямоугольных треугольников, квадрат и параллелограмм. Перед школьником стоит задача научить Черепашку рисовать все семь элементов танграма с использова-

нием одного параметра – стороны исходного квадрата. Работа со школьником начинается с того, что ему рекомендуется определить, известны ли значения всех сторон для каждого элемента. Вот здесь и приходится знакомить его с геометрическими терминами «катет» и «гипотенуза», с теоремой Пифагора, определяющей их связь, и с новой арифметической операцией «извлечение квадратного корня из некоторого числа».

Операция извлечения квадратного корня воспринимается ребенком достаточно просто, если воспользоваться уже имеющимся у него знанием о прямых и обратных операциях (сложение – вычитание, умножение – деление) и объяснить ее как операцию, обратную операции возведения в квадрат, с которой школьник второго класса уже знаком. Нужно сказать, что наличие среди элементов танграма только равнобедренных прямоугольных треугольников позволяет сделать доказательство теоремы Пифагора визуально очевидным. А ее веселая формулировка («пифагоровы штаны на все стороны равны») способствует запоминанию новой информации. Поскольку к этому моменту ребенком уже освоены алгоритмы рисования замкнутых многоугольников, задача создания необходимых новых команд для Черепашки не представляет для него особого труда.

Полученные команды он с увлечением использует для программирования разнообразных рисунков, использующих элементы танграма. Они хорошо известны, но дети любят создавать и свои собственные. На рис. 2 приведено два примера детских построений, а также изображение самого танграма, полученного с помощью соответствующей команды.

это танграм :х

налево 135 тб :х налево 90 тб :х

направо 180 тк :х направо 90 тм :х

налево 90 вперед :di / 2 направо 135

вперед :х направо 90 тс :х вперед :х

направо 135 вперед :di / 2

направо 45 сч

конец

В этой программе переменная с именем :х обозначает сторону исходного квадрата, **тб**, **тм**, **тс**, **тк** – имена команд для рисования треугольников (большого, малого и среднего соответственно и квадрата). Переменная с именем :di обозначает диагональ исходного квадрата, значение которой вычисляется по теореме Пифагора в команде построения равнобедренного прямоугольного треугольника, используемой во всех названных выше командах. Имя примитива ЛОГО для вычисления квадратного корня – **кк**.

это прямоугольный_треугольник :катет

пусть "гипотенуза кк(:катет * :катет * 2)

вперед :катет направо 135

вперед :гипотенуза

направо 135 вперед :катет направо 90

конец

Следующим элементом математического знания является знакомство с закономерностями, связанными с длиной окружности и ее диаметром. Это существенно важный момент, поскольку для детей окружность пока – многоугольник с большим числом сторон (36 или 360). Сам термин «диаметр» им знаком. Для них очевидно также, что чем больше круг (например, колесо велосипеда), тем большую величину имеет его диаметр (спицы колеса).

Можно воспользоваться приемом средней школы и попросить детей дома измерить с помощью нитки длину окружности чашки, тарелки, кастрюли, а также и длину их диаметров; разделить для каждого из объектов первое значение на второе и посмотреть на полученный результат. Именно такой экспериментальный подход наблюдал автор этой статьи в одном из седьмых (!) классов. Работа неслучайная, и с помощью родителей учащиеся второго и третьего классов могут выполнить ее тоже. Помощь нужна им только потому, что первое число не делится без остатка на второе. Приходится знакомить их с записью получаемого десятичного числа не в виде обыкновенной дроби. Зато какое это число! Его можно вычислять и вычислять бесконечно. Замечательное число **pi**, равное 3,14. А можно запомнить даже больше знаков после запятой,

если только постараться

И запомнить все, как есть:

Три, четырнадцать, пятнадцать,

Девяносто два и шесть.

Конечно, не просто понимается младшеклассником задача решения уравнения

$$36 * \text{шаг_36угольника} = 3,14 * \text{диаметр}$$

то относительно шага, то относительно диаметра, в зависимости от того, что известно сначала. Но практика делает свое, и постепенно новое закрепляется все более.

Но теперь значительно расширяется круг возможных задач. Обычно мы начинаем с задачи рисования колец с разным соотношением диаметров. Сначала ребенок пытается построить кольцо, рассуждая эвристически – задача не кажется ему сложной. Но после нескольких попыток понимает, что необходимо более точно производить расчеты.



Рис. 3

На рис. 3 приведены образцы непростых заданий, выполняемых детьми: элемент татарского орнамента из окружностей с малым диаметром, располагающихся по окружности с большим диаметром, цветок незабудки из пяти лепестков, спираль и знак Магомета (существует легенда, что неграмотный Магомет использовал этот знак вместо подписи, рисуя его одним росчерком).

Геометрическое творчество

Освоение названных выше свойств прямоугольных треугольников и окружностей не только значительно расширяет поле для творчества детей, но и позволяет показать им, что в основе красоты, которая окружает их и в естественном, и в искусственном мире, лежит математика. Именно она основа всеобщей гармонии.

Существенную познавательную функцию выполняют задачи построения орнаментов различных народов. Некоторые из них просты и могут быть запрограммированы с помощью команд Черепашки даже первоклассниками. Другие содержат сложные элементы. Мы останавливаемся на геометрических

орнаментах, использующих различные виды симметрии, такие как вращение, перенос (трансляция) и зеркальное отражение. Вращение и перенос реализуются в ЛОГО командами перемещения и поворота, а для того чтобы построить зеркальное отражение, детям, читавшим книжку про путешествия Алисы в Зазеркалье, несложно догадаться, что нужно просто во всех командах заменить правые повороты на левые и наоборот.

Найти красивые орнаменты детям не составляет труда. Как и в прежние времена, они используются для украшения одежды и предметов домашнего обихода.



Рис. 4

На рис. 4 приведены три примера геометрических орнаментов: дорожки (бордюры), полученные переносом некоторого фрагмента. При построении первых двух дорожек потребуются знание теоремы Пифагора для определения гипотенузы прямоугольного треугольника, лежащего в основании. В верхней дорожке повторяется основной фрагмент мансийских орнаментов, называющийся «головка». Средняя дорожка привлекает детей своим названием: «заячьи уши». В нижней дорожке (часто встречающемся украшении у бурятских народов) хорошо виден фрагмент с зеркальной симметрией под названием «бараньи рога». При программировании «бараньих рогов» не обойтись без умений работать с окружностью. В приведенной программе хорошо видно, что ребенок, написав команды для правого «рога», в командах для левого просто все части окружностей и все повороты заменил зеркально симметричными. В программе, кроме строгого расчета, присутствует и эвристический компонент.

это бар_рога :x

чокрвппр :x 18 чокрвппр :x * 0.7 14

чокрндлв :x * 0.7 14 чокрндлв :x 18

нд :x * 2 чокрвппр :x * 0.85 16

пр 89 чокрвплв :x / 6 30

пп лв 80 вп :x * 1.2 по крась

пп нд :x * 1.2 пр 80

чокрндпр :x / 6 30 лв 89 по

чокрндлв :x * 0.4 16 чокрндлв :x * 0.85 16

вп :x * 2 по пп пр 60 вп :x * 7 по крась

пп нд :x * 7 лв 60 по

чокрвплв :x 18 чокрвплв :x * 0.7 14

чокрндпр :x * 0.7 14 чокрндпр :x 18

нд :x * 2 чокрвплв :x * 0.85 16

чокрвплв :x * 0.4 16

лв 89 чокрвппр :x / 6 30

пп пр 80 вп :x по крась

пп нд :x лв 80

чокрндлв :x / 6 30 пр 89 по

чокрндпр :x * 0.4 16 чокрндпр :x * 0.85 16

вп :x * 2 по пп лв 60 вп :x * 7 по крась

пп нд :x * 7 пр 60 по

конец

это дор_бар_рогов :x :k

повтори :k

[бар_рога :x пп пр 90 вп 72 * :x / 3.14 лв 90 по]

конец

(В программе использованы сокращенные названия команд, допускаемые в ЛОГО.)

Особенностью нашей работы с младшими школьниками является ее эстетическая направленность. Мы учим детей не только видеть красоту, но и конструировать ее с помощью компьютера. Важно то, что это конструирование является программированием на языке, доступном ребенку. Для того чтобы эта непростая задача оставалась всегда приятной, мы ставим для них не только сиюминутные цели (иногда может и надоест поворачивать квадратики), но и определяем глобальную цель.

Все проекты (работы) детей объединяются (интегрируются) в некоторое общее мероприятие гуманитарно-эстетического плана: художественная выставка, «компьютерный» литературно-музыкальный салон и пр. За последние три года заключительные занятия детей проводились в виде своеобразных отчетов перед родителями и друзьями. Прошел «Пушкинский праздник», для которого каждый из детей подготовил свою иллюстрацию к выбранному им произведению поэта. Здесь были и золотой петушок, и избушка на курьих ножках, и чудо-белочка, и чудесный деревенский пейзаж, и красивые лиры. Дети читали стихи Пушкина и слушали звучащую с компьютера музыку: «Гимн великому городу», «Полет шмеля», романс «Буря мглою небо кроет» и др.

Темой следующего праздника были «Времена года». Осенние, зимние, весенние и летние сюжеты сменяли друг друга на компьютерах под музыку Вивальди и Чайковского; звучали стихи русских поэтов. Праздник завершился танцем: маленькие программисты оказались и великолепными танцорами, исполнившими вальс цветов.

В течение следующего года дети работали над созданием иллюстраций к басням И.А. Крылова. Каждый выбрал свою любимую и выучил ее наизусть. Звери получились смешными – не так-то просто запрограммировать Обезьяну с зеркалом и полдюжиной очков, Слона с Моськой, Ворону и Лисицу или неблагодарного Волка. Но если с окружностями и треугольниками нет проблем, то нет особенных проблем и с героями Крылова; нужны только усидчивость, внимательность и творческий подход. К сожалению, в данной статье мы не имеем возможности показать цветные композиции, созданные детьми, но и представленные на рис. 5 и 6 черно-белые варианты маленьких программистов достойны похвалы.

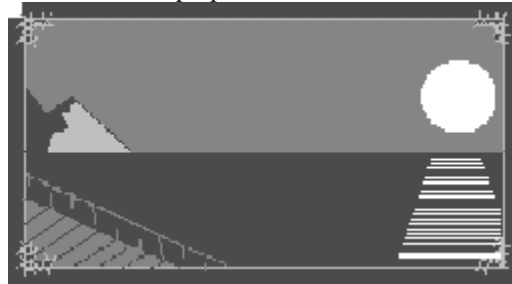


Рис. 5. Лунная ночь



Рис. 6. Малая Медведица

В зависимости от склонностей и способностей многие учащиеся продолжают работу в этом направлении и

далее, в 6–7-х классах. ЛОГО в этом случае предоставляет более широкие возможности для проектирования графических композиций с использованием новых понятий геометрии, тригонометрии и алгебры. В этом возрасте детям становятся доступны и более сложные алгоритмы, такие как сортировки на поле из цветных клеточек, рекурсивные графические алгоритмы, алгоритмы построения интересных кривых (циклоиды, кардиоиды и пр.), и наконец, конечных фракталов. Но мы оставляем без изменения эстетический характер деятельности учащихся, так как уверены, что он, безусловно, делает привлекательной математику, лежащую в основе этой деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сеймур Пейперт. Переворот в сознании: дети, компьютеры и плодотворные идеи. М.: Педагогика, 1989. 222 с.
2. Дьяконов В.П. Язык программирования ЛОГО. М.: Радио и связь, 1991. 145 с.
3. Шарыгин И.Ф., Ерганжиева Л.Н. Наглядная геометрия. М.: МИРОС, КПП «МАРТА», 1992. 208 с.

Статья представлена кафедрой прикладной информатики факультета информатики Томского государственного университета, поступила в научную редакцию номера 3 декабря 2001 г.

Комментарии научной редакции номера

Научная редакция номера, в состав которой входят ведущие сотрудники факультета информатики, с особым удовлетворением публикует статью Тамары Николаевны Поддубной ввиду большой социальной значимости поднимаемого в ней вопроса. В нашем комментарии мы хотели бы сказать то, о чем в научной статье ввиду некоторых ее особенностей сказать нельзя.

Дискуссия о том, когда и как учить детей информатике, не стихает много лет. Распространено мнение, что это нужно делать в старших классах и главное – научить детей пользоваться пакетами прикладных программ типа Microsoft Word, а младшие школьники могут разве только играть в игры, что алгоритмизация и программирование – удел немногих профессионалов. Редакция разделяет точку зрения автора в ошибочности такого утилитарного подхода. Если следовать ему до конца, то в средней школе преподавание математики следует свести к освоению калькулятора. Между тем мировая практика убедительно показала, что изучение основ алгоритмизации в младших классах не только способствует освоению профессиональных навыков работы с компьютером, но и формирует у детей конструктивное мышление, необходимое во всех сферах деятельности.

Кандидат педагогических наук Т.Н. Поддубная посвятила преподаванию информатики детям многие годы. В течение ряда лет Тамара Николаевна с использованием обучающей среды ЛОГО ведет с младшими школьниками занятия, которые пользуются большой популярностью у детей и их родителей. Эта методика, основанная на глубоких математических и психологических исследованиях, удивительна по своей результативности. Уже через несколько месяцев дети, не осознавая того, пользуются циклами, процедурами, рекурсией, оперируют объектами, их свойствами и методами.

Нужно сказать об отдаленных результатах этого масштабного эксперимента как одного из приемов профориентации. Многие из малышей, которые в возрасте 7–9 лет впервые переступили порог компьютерного класса, снова пришли на факультет информатики, но уже в качестве студентов. По их отзывам, именно занятия у Т.Н. Поддубной, проводимые на высоком методическом и эстетическом уровне, сформировали у них интерес к информатике как профессии, облегчили освоение «взрослых» языков и систем программирования.

Есть еще одна сторона работы Тамары Николаевны. Сейчас очень много говорят о беспризорности и безнадзорности детей, о плохом влиянии «улицы», о низком уровне общей культуры подрастающего поколения. И трудно переоценить работу Т.Н. Поддубной, когда 30–40 школьников-подростков сидят не в подвале или подъезде, а в прекрасно оборудованном компьютерном классе осваивают премудрости новейшей отрасли человеческой деятельности. Но и в этой не очень простой и достаточно трудной для детей работе Тамара Николаевна находит место для их знакомства с высоким искусством, с классической музыкой и литературой. Об этом она написала в конце своей статьи.

Особо следует отметить благотворное влияние присутствия малышей на общую атмосферу на факультете. Детская непосредственность, их любознательность, стремление освоить вначале непонятную науку, их радость при получении зримого результата своей работы находят отклик в сердцах преподавателей и студентов. Малыши формируют на факультете несколько домашнюю обстановку, что в значительной степени облегчает и украшает жизнь студентов, помогает первокурсникам быстрее адаптироваться к новым сложным условиям высшего учебного заведения.

Талантливый человек обычно талантлив разносторонне, в чем читатель может убедиться, прочитав на с. 261 нашего журнала образцы поэтического творчества Тамары Николаевны.