

В. Б. Качалко

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПОРНЫХ И ИТоговых Знаний
И УМЕНИЙ, СОСТАВЛЕНИЕ ТЕСТОВ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ
МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ РЕШЕНИЮ УЧЕБНЫХ ЗАДАЧ
НА ОСНОВЕ ПОИСКОВО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ**

В начале XX века известный учёный-реформатор С.И. Шохор-Троцкий предложил начальное обучение математике строить преимущественно на решении целесообразных задач. Этому мнению придерживаются некоторые современные педагоги и методисты, уточняя, что обучение должно строиться на поиске общих способов решения не только практических, но и учебных задач. Такие задачи при этом развивают не только мышление, но и личность обучаемого [1], [2], [3], [4], [5].

Исходя из идеи Л.С. Выготского о двух зонах развития личности, самостоятельный поиск решения учебных задач целесообразно осуществлять не в зоне актуального развития ребёнка, а в зоне его ближайшего развития. В этом случае он в состоянии преодолеть учебные трудности только с внешней помощью (учителя, родителей и т. п.), в том числе с применением приёмов, методов, планов поиска и эвристических подсказок, получаемых извне, например, с помощью ЭВМ.

Известный тестолог М.Б. Чельшкова отмечает важность определения границ зон развития ребёнка путём *сопоставления диапазона трудности заданий с длиной той или иной зоны*. Однако решение вопроса осложняется многообразием факторов, влияющих на эти границы [4].

Обучение на высоком уровне трудности является основным принципом в концепции Л.В. Занкова. Так как мера трудности индивидуальна для каждого обучаемого, превышение её приводит к отказу вести поиск решения задачи и даже к непониманию содержания задачи некоторыми обучаемыми. Мера трудности учителем устанавливается интуитивно.

На наш взгляд, оптимальные зоны трудности испытуемых можно установить с помощью тестирования репрезентативной выборки учащихся, учитывая два параметра: уровень подготовки обучаемого (θ) и трудность заданий теста (β). Успех в решении учебных задач зависит от подготовки к ним и меры их трудности, различных для каждого обучаемого. Значения параметров *уровня подготовки обучаемого (θ) и трудности заданий теста (β)* при этом должны быть выражены в шкале логитов. Такой подход разрабатывается *современной теорией создания тестов (IRT)*, в которой *устанавливается связь между латентными (скрытыми) параметрами обучаемых и наблюдаемыми результатами выполнения заданий теста*. Для этого вводится понятие разности между значениями параметров $|\theta_i - \beta_j|$ – абсолютной величины разности, характеризующей уровень подготовки обучаемого и трудности заданий теста.

Идея введения логистической функции для установления соответствия успешности выполнения заданий теста обучаемыми и разности параметров, выраженных в шкале логитов, была предложена математиком Г. Рашем в виде формул

$$P_j(\theta) = e^{1,7(\theta - \beta_j)} : (1 + e^{1,7(\theta - \beta_j)}),$$

$$P_i(\beta) = e^{1,7(\theta_i - \beta)} : (1 + e^{1,7(\theta_i - \beta)}) [5],$$

где θ_i и β_j – значения и параметры уровня подготовки и трудности заданий, а P_{ij} – вероятность выполнения задания, которая стремится к 1, когда разность $\theta_i - \beta_j$ намного больше нуля, стремится к нулю, если $\theta_i - \beta_j$ меньше нуля. Точнее, если разность велика и отрицательна, то задания теста слишком трудны для имеющейся подготовки обучаемого; большие положительные значения разности показывают, что задания легко выполнимы и принесут малую пользу для развития обучаемого. Более тщательный анализ возможных значений разности параметров позволяет сделать выводы и наметить пути отбора заданий, соответствующих по трудности той или иной зоне развития: *если уровень знаний обучаемого намного больше трудности задания, то это задание можно отнести к зоне актуального развития обучаемого; если разность отрицательная и не слишком мала, то знаний у обучаемого явно недостаточно для самостоятельного выполнения задания; если вероятность выполнения задания стремится к нулю, то задания относят к зоне ближайшего развития обучаемого*.

При создании поисково-исследовательской технологии обучения возникла проблема разработки эффективных средств осуществления мониторинга на основе тестирования, так как «тесты представляют собой особую совокупность заданий, которые позволяют дать объективную, сопоставимую и даже количественную оценку качества подготовки обучаемого, приоткрывают широчайшие возможности для управления

учебным процессом – от корректировки содержания до совершенствования методов преподавания» [4, 324].

По-прежнему была и остается актуальной проблема выявления уровня подготовки и развития школьника. Наиболее подходящими для этого являются тесты, которые могут успешно применяться для выявления опорных и текущих знаний для изучения новой темы (*входные тесты, формирующие тесты*), для итоговой проверки усвоения всего материала темы (*итоговые тесты*). Тесты можно заложить в память ЭВМ [7].

Для создания проекта инновационной технологии обучения, прежде всего, устанавливается, какими теоретическими сведениями о решении задач учебного характера обладают и должны обладать учащиеся при изучении определённого материала [4], [5].

Покажем это на примере обучения задач на движение, приняв обозначения: s – расстояние, v – скорость, t – время движения.

*если находят расстояние, то скорость умножают на время: $s = v * t$;*

если находят скорость, то расстояние делят на время: $v = s : t$;

если находят время, то расстояние делят на скорость: $t = s : v$.

Задачи на сближение двух тел при движении навстречу друг другу.

При решении таких задач может понадобиться скорость сближения двух объектов, о которых говорится в условии. Так как объекты движутся навстречу, они сближаются друг с другом со скоростью, равной сумме скоростей каждого: $V_{\text{сбл.}} = V_1 + V_2$.

Задачи на сближение двух тел при движении в одном направлении.

При решении этих задач может понадобиться скорость сближения двух объектов, о которых говорится в условии. Так как объекты движутся в одном направлении (один догоняет другой), они сближаются друг с другом со скоростью, равной разности их скоростей: $V_{\text{сбл.}} = V_1 - V_2$.

Задачи на удаление двух тел друг от друга при движении в противоположных направлениях.

При решении таких задач может понадобиться скорость удаления двух объектов, о которых говорится в условии. Так как объекты движутся в противоположные стороны, они удаляются друг от друга со скоростью, равной сумме скоростей каждого: $V_{\text{уд.}} = V_1 + V_2$.

Задачи на движение по реке.

При решении таких задач нужно учитывать, что при движении по течению к собственной скорости катера (лодки и т. п.) добавляется скорость течения реки, а при движении против течения от собственной скорости катера отнимается скорость течения реки: $V_{\text{по теч.}} = V_{\text{с.}} + V_{\text{р.}}$, а также против течения $V_{\text{пр. теч.}} = V_{\text{с.}} - V_{\text{р.}}$.

Входные знания. Для плодотворного поиска решающий должен **знать:** алгоритмы выполнения арифметических действий над отвлечёнными и именованными числами, зависимости между скоростью,

временем и расстоянием; отношения одновременно, навстречу друг другу, в одном направлении, в противоположных направлениях; структурные элементы текстовой задачи: условие и вопрос, величины и их значения, отношения и зависимости, решение, проверка решения, приёмы и планы поисковой деятельности.

Поиск будет успешным при владении учащимися **входными умениями**:

- 1) решение простых задач на нахождение при постоянной третьей величине скорости по расстоянию и времени, времени по расстоянию и времени, расстояния по скорости и времени.
- 2) решение простых задач с величинами скорость, время и расстояние.
- 3) моделирование отрезками пройденного расстояния, стрелочками – скоростей и направлений движения, флажком – место встречи.

При установлении целей обучения самостоятельному поиску решения задач на движение учитель должен чётко спланировать, какими знаниями и умениями должны в итоге овладеть обучаемые.

К ним относятся **итоговые знания**:

- 1) выделение из текста задачи её сюжетного содержания и величин, отношений; условия и вопроса (требования) задачи;
- 2) приёмы поиска решения задач на движение;
- 3) способы решения всех видов задач на движение.

Учащиеся должны овладеть **итоговыми умениями**:

- 1) моделировать отрезками и графами все виды задач на движение;
- 2) вести разбор задачи: от вопроса к данным задачи; от данных к вопросу;
- 3) составлять планы решения задачи: по действиям и составлением выражения;
- 4) оформлять решение задачи по действиям и составление выражения;
- 5) проверять решение всех видов задач на движение;
- 6) выбирать рациональный способ решения;
- 7) переносить решение в знакомую ситуацию, преобразовывать решение задач из одного вида задач в другой;
- 8) переносить способ решения в нестандартную ситуацию, например, на движение по течению и против течения реки.

Для мониторинга процесса поиска решения учебных задач на движение нужны также тесты разного вида.

ВХОДНЫЕ ТЕСТЫ служат выявлению опорных, исходных знаний.

№ 1. Отметь стрелочкой правильные ответы на вопросы:

Пройденное расстояние в тексте задачи всегда обозначается наименованиями: а) километрами, б) метрами, в) сантиметрами;

г) аршинами, д) парсеками.

№ 2. *Скорость* в тексте задачи обозначается наименованиями:

- 1) километрами в час; 2) километрами в минуту;
- 3) метрами в минуту; 4) милями в час.

№ 3. *Время* в тексте задачи выражается наименованиями:

- 1) в часах; 2) в минутах; 3) в секундах; 4) в годах.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ служат для выявления трудностей в поиске решения задач на движение.

№ 1. Соедини стрелочкой величины с формулами для их вычисления:

а) скорость,

г) $S=v*t$,

б) время,

д) $v= S : t$,

в) расстояние,

е) $t = S : v$.

№ 2. Дополни предложение словом:

Если расстояние разделить на скорость, то получится...

Если скорость умножить на время, то получится....

Если расстояние разделить на скорость, то получится....

ФОРМИРУЮЩИЕ ТЕСТЫ требуются для проверки знаний и умений обучаемых поиску решения задач на движение.

№ 1. Соедини словосочетания и слова стрелочками.

При одновременном движении в обозначенном направлении их скорости:

а) навстречу друг другу,

г) вычитаются,

б) в одном направлении,

д) складываются.

в) в противоположных направлениях

№ 2. При поиске решения задач на движение использовались *актуализирующие/преобразующие* приёмы ПДУ: 1) краткая запись задачи; 2) чертёж; 3) схема; 4) определение скорости.

ИТОГОВЫЕ ТЕСТЫ служат для проверки знаний и умений обучаемых поиску решения задач на движение. Выбери номера правильных ответов.

№ 1. При решении задач на движение в противоположных направлениях/в одном направлении используется: 1) сложение скоростей; 2) вычитание скоростей; 3) сложение расстояний; 4) вычитание расстояний.

Для выявления эффективности опытной проверки разработанных материалов был применен статистический критерий Стьюдента для специально отобранных из контрольного и опытного классов на основе попарного сравнения баллов входного тестирования опытной и контрольной групп.

В опытном классе обучение решению задач велось по инновационной технологии, в контрольном классе учащиеся решали задачи на основе объяснения с последующим закреплением.

Приводим сравнение результатов *опытной и контрольной групп по итоговому тесту*, где:

X и Y – баллы соответственно контрольной и опытной группы;
 \bar{X} и \bar{Y} – средние арифметические баллов соответственно контрольной и опытной группы; $X_i - \bar{X}$ и $(X_i - \bar{X})^2$ – отклонения от среднего арифметического и квадраты этих отклонений в контрольной группе;
 $Y - \bar{Y}$ и $(Y - \bar{Y})^2$ – отклонения от среднего арифметического и квадраты этих отклонений в опытной группе.

X_i	Y_i	$X_i - \bar{X}$	$Y_i - \bar{Y}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(Y_i - \bar{Y})^2$	Средние арифм. баллов в контрольной $X = 6,4$ и в опытной группе $Y = 7,4$. Дисперсии: соответственно $\sigma^2 = 1,13$; $\sigma^2 = 1,15$. Степеней свободы: $20 + 20 - 2 + 2 = 38$ Критические значения для достоверности различия 95%- 2,04- и 99%-2,75. Коэффициент Стьюдента $t = \frac{\bar{y} - \bar{x}}{\sqrt{\frac{\sigma_x^2}{n} + \frac{\sigma_y^2}{n}}} = \frac{7,4 - 6,4}{\sqrt{\frac{1,13}{19} + \frac{1,15}{19}}} \approx 10$ больше табличного 2,75, что гарантирует различие в баллах между опытной и контрольной группой с достоверностью большей чем 99%
6	7	-0,4	-0,4	0,16	0,16	
5	6	-1,4	-1,4	1,96	1,96	
7	8	+0,6	+0,6	0,36	0,36	
7	8	+0,6	+0,6	0,36	0,36	
6	7	-0,4	-0,4	0,16	0,16	
6	8	-0,4	+0,6	0,16	0,36	
4	6	-1,4	-1,4	1,96	1,96	
6	7	-0,4	-0,4	0,16	0,16	
6	8	-0,4	+0,6	0,16	0,36	
9	9	+2,6	+1,6	6,76	2,56	
7	6	+1,4	-1,4	0,16	1,96	
6	7	-0,4	-0,4	0,16	0,16	
6	7	-0,4	-0,4	0,16	0,16	
5	6	-1,4	-1,4	1,96	1,96	
6	7	-0,4	-0,4	0,16	0,16	
6	7	-0,4	+0,4	0,16	0,16	
8	9	+1,6	+1,6	2,56	2,56	
8	9	+1,6	-1,6	2,56	2,56	
7	9	+0,6	+1,6	0,36	2,56	
$\frac{121}{19} = 6,4$	$\frac{141}{19} = 7,4$			$\frac{20,44}{18} = 1,13$	$\frac{20,64}{18} = 1,15$	

Из таблицы видно, что опытная проверка обучения решению задач на основе поиска, исследования и путём объяснения решения задачи с его последующим закреплением показала более высокую эффективность при использовании поисково-исследовательской технологии обучения.

Требуется совершенствование организации начального обучения на уроках математики по этой инновационной технологии. Положение становится более обнадеживающим в связи с плановым внедрением в начальные классы персональных компьютеров в планшетном исполнении с их большими объёмами памяти и скоростями переработки информации. Получается возможность загружать эти ЭВМ банками разного вида разноуровневых тестов для мониторинга поиска и исследования решения классов постепенно усложняющихся задач с тремя и больше уровнями трудности. К каждому классу задач следует также разработать наборы эвристических средств оказания помощи младшим школьникам в поиске и исследовании способов их решения с учётом индивидуальных возможностей каждого [1], [2], [3], [4], [5], [7].

Литература

1. Загвязинский, В.И. Теория обучения: Современная интерпретация / В.И. Загвязинский. – Москва: Издательский центр «Академия». – 2001. – 198 с.
2. Калмыкова, З.И. Продуктивное обучение как основа обучаемости / З.И. Калмыкова. – М.: Педагогика, 1981. – 237 с.
3. Качалко, В.Б. Методы активного обучения математике в начальных классах / В.Б. Качалко. – Минск: Минский госпединститут им. М. Горького, 1989. – 57 с.
4. Чельшкова, М.Б. Разработка педагогических тестов на основе современных математических моделей / М.Б. Чельшкова. – М.: Педагогика, 1995. – 348 с.
5. Качалко, В. Б. Поисково-исследовательская технология начального обучения математике / В.Б. Качалко. – Мозырь: УО МГПУ им. И.П. Шамякина. – 2008. – 142 с.
6. Rasch G. Probabilistic Model for Some Intelligence and Attainment Tests. Chicago Univ. Of Cicago Press, 1989. – 463 с.
7. Загвязинский, В.И. Методология и методы психолого-педагогического исследования / В.И. Загвязинский. – М.: Ростов н/Д. – 2005. – 198 с.