

УДК 378.02:37.016

DOI: 10.23951/2307-6127-2018-4-60-71

## ФОРМИРОВАНИЕ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ПОНЯТИЯМИ СРЕДСТВАМИ УЧЕБНЫХ ТЕКСТОВ (НА ПРИМЕРЕ ПОНЯТИЯ «ФУНКЦИЯ»)

Э. Г. Гельфман, И. В. Каменская

Томский государственный педагогический университет, Томск

Фундаментальное значение для развития мышления подростка, его интеллектуального воспитания имеет образование понятий. Организация обучения, направленного на учет закономерностей процесса формирования понятийного мышления, является актуальной в методике обучения естественно-научным дисциплинам. Знание на понятийном уровне – это знание совокупностей признаков. Характер усвоения отдельного понятия определяется тем, насколько оно взаимосвязано с другими. Установление разнообразных связей между понятиями особенно важно при изучении такого фундаментального понятия математики, как функция, которое способствует выявлению взаимной связи и обусловленности различных явлений, а как показывают исследования, эта его роль не всегда реализуется. Поэтому нужны специальные развивающие учебные тексты, создающие условия для установления связей между понятиями на каждой из фаз процесса образования понятия «функция»: мотивировка, категоризация, обогащение, перенос. Знание типологии подобных учебных текстов создает условия для повышения качества изучения этого понятия, формирования универсальных учебных действий различных блоков.

**Ключевые слова:** учебный текст, функция, фазы образования понятия, родо-видовые связи, операции классификации, распознавания, межпредметные связи между понятиями.

Формирование понятийного мышления является одной из ключевых проблем организации обучения подростков. С образованием понятий коренным образом перестраивается вся их интеллектуальная деятельность, меняется отношение к окружающему миру и к самому себе [1].

В связи с этим актуальной является проблема разработки такого содержания образования, которое учитывало бы закономерности процесса образования понятий.

Важнейшим условием развития понятийного мышления является системность, что позволяет обозначить каждое понятие с помощью других [1].

Целью данного исследования является выявление типов учебных текстов, направленных на формирование межпонятийных связей при изучении понятия *функция* в основной школе.

По своей природе понятие *функция* носит систематизирующий характер. Оно позволяет подростку увидеть картину мира с новой точки зрения, с точки зрения взаимосвязей между различными объектами и явлениями [2]. Поэтому содержательное усвоение данного понятия предполагает установление его связей с другими понятиями как фактора понимания, развития познавательной самостоятельности учащихся. Такая роль и назначение *функции* еще раз подчеркивают необходимость учебных текстов, создающих условия для постепенного выстраивания индивидуального понятийного опыта, способствующего осознанию различных связей между понятиями.

По проблеме формирования взаимосвязей между понятиями накоплен определенный опыт. Так, В. А. Далингер обосновывает, что установление внутрипредметных связей способствует совершенствованию процесса обучения математике в школе. Им выделены некоторые требования к учебным текстам, которые дают возможность увидеть сходство и различие в изучаемом, показать разные интерпретации данного алгебраического понятия, увидеть взаимосвязи между различными математическими операциями и т. д. [3].

Существенной чертой математической деятельности школьников, способствующей формированию их мировоззрения, является умение систематизировать, классифицировать понятия [4]. Психологические основы установления родо-видовых связей между понятиями анализируются в работе М. А. Холодной [5].

Многие исследователи, говоря о проблемах установления межпредметных связей, подчеркивают, что нужны специальные задания [6–9] или специальные проекты [10], которые способствовали бы формированию межпредметных связей.

При формировании математических понятий, на основе психодидактического подхода, необходимо соблюдать ряд требований [11, 12]. В исследованиях Э. Г. Гельфман, М. А. Холодной обосновывается, что формирование понятийного мышления следует вести с учетом определенных фаз образования понятий: мотивировка, категоризация, обогащение, перенос, свертывание [12].

Анализ и обобщение этих работ позволили уточнить цель исследования – выделение типов учебных текстов, направленных на установление взаимосвязей между понятиями на каждой из фаз образования понятия *функции*.

Разработка таких текстов велась в рамках проекта «Математика. Психология. Интеллект». Перейдем к рассмотрению типов учебных текстов.

На фазе мотивировки используется тип текста «текст-установление внутрипредметных и межпредметных связей». Цель учебных текстов этого типа – создание условий для осознания того факта, что прошлого математического опыта недостаточно для анализа и обобщения взаимосвязей внешне различных ситуаций, в которых обнаруживается соответствие между элементами двух множеств. Иными словами, учебные тексты на этом этапе должны помочь учащимся увидеть общую идею функциональной зависимости, подготовить их к обобщению прошлого опыта (арифметического, алгебраического, физического) с точки зрения нового понятия *соответствие*, увидеть перспективы изучения нового понятия.

Предлагаются различные ситуации, которые в тексте анализируются с помощью вопросов: *можно ли установить соответствие между какими-либо объектами в предложенных ситуациях? как представлено соответствие: а) формулой; б) таблицей; в) графиком; г) в виде словесного описания?* [13].

Для мотивации изучения квадратичной функции используются тексты, привлекающие и алгебраический, и физический, и геометрический опыты. Это дает возможность представить значимость данной функции, привлечь учащихся с разными познавательными стилями к ее изучению, создать условия для развития интереса к новому понятию.

Так, физический опыт учащихся актуализируется с помощью учебных текстов, связанных с описанием различных случаев свободного падения тел [13]. Эти тексты написаны в форме диалога, который физик ведет с читателем.

Каждая из четырех ситуаций, представленных в диалогах, анализируется и с физической точки зрения, и с математической. Учащиеся видят, как рождаются формулы, задающие различные виды квадратичной функции.

Итоги наблюдений подводятся в специальном тексте. Приведем его отрывок.

Мы рассмотрели четыре примера падения тел. Во всех случаях тела движутся неравномерно, их скорость изменяется. Поэтому пройденное расстояние или высота падения изменяются неравномерно, в отличие от равномерного движения, когда пройденный путь зависит от времени линейно по закону  $l = v_0 t$ . Более того, мы знаем, что во всех четырех случаях

$$l = \frac{g t^2}{2}, h = h_0 - \frac{g t^2}{2}, h = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \text{ и } h = h_0 + v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

нелинейность проявляется в том, что в уравнениях, описывающих движение, появляется слагаемое, содержащее  $t^2$ . Другими словами, закон падения тел заключается в том, что пройденный путь (высота)  $\frac{g}{2}$  квадратично зависит от времени, а коэффициент перед  $t^2$  для всех тел одинаков и равен  $\frac{g}{2}$ .

Тексты по геометрии активизируют предметно-практический опыт учащихся. Поэтому они представлены в форме лабораторных работ. В этих лабораторных работах без особой «натяжки» осуществляется переход от наглядных представлений формируемого понятия к его аналитическому заданию, т. е. переход от образа к формуле.

Первая лабораторная работа формирует представления о параболе как огибающей семейства прямых. Здесь парабола строится методом математического вышивания. Вторая лабораторная работа формирует представления о параболе как о множестве точек, обладающих заданным свойством, т. е. как точечном множестве. Это позволяет сразу сформулировать определение параболы. Третья и четвертая лабораторные работы позволяют учащимся понять, что предметно-практический опыт дает только представление о математическом объекте. Чтобы соединить в одном математическом объекте непрерывность следа карандаша и дискретность бусинок на нитке, требуется абстрагирование. Только тогда получим мысленный, идеальный образ – параболу. Заканчивается эта работа выводом уравнения параболы и разговором о получившемся задании функции формулой [13].

Предъявление одновременно трех различных подходов к изучению квадратичной функции создает положительный эмоциональный настрой и способствует индивидуализации обучения.

На фазе образования математического понятия «категоризация» используются тексты, способствующие пониманию целесообразности вводимого определения понятия *функции*, получению отдельных свойств, формул, соответствующих образов.

Учебные тексты данной фазы должны создать условия для выделения признаков понятия, их перечисления, разъяснения существа каждого из них, определения наличия у данного объекта определенных признаков и т. д. [12].

При этом важную роль играет учебный текст, включающий фокус-пример, который позволяет «открыть», обратить внимание на существенные признаки изучаемого объекта [1]. Фокус-пример может быть взят не только из математики, но и из другой области знаний, он должен быть близким опыту учащихся.

Так, например, графики нагревания и охлаждения некоторого тела могут стать фокус-примером при работе с признаками понятия *возрастающая (убывающая) функция* [14].

На этапе категоризации предполагается установление родо-видовых связей между такими понятиями, как «соответствие» и «функция», «функция» и «прямая пропорциональность», «линейная функция» и «прямая пропорциональность», «функция» и «квадратичная функция», «нули функции» – «нули линейной функции» и т. д. Приведем фрагменты нескольких текстов типа «текст – установление родо-видовых связей».

Первый из них устанавливает связь между понятием «функция» и частным ее видом «прямая пропорциональность». Он начинается с составления плана изучения прямой пропорциональности как частного случая функции.

*Исследуем свойства прямой пропорциональности, придерживаясь общей схемы исследования любой функции.*

**Схема исследования функции**

1. Область определения.
2. Четность или нечетность.
3. Нули.
4. Промежутки знакопостоянства.
5. Промежутки монотонности.
6. Наибольшее и наименьшее значения.

*При исследовании свойств 1–6 функции изучаются и свойства графика функции. Исследования начнем с рассмотрения конкретной функции данного вида [13].*

Здесь родовое понятие «функция» задает план изучения прямой пропорциональности, подход к анализу свойств. Причем следует заметить, чем более развернуто, с привлечением разных способов кодирования информации, происходит разворачивание признаков видового понятия, тем более успешным будет установление родо-видовой связи. То есть не только логические связи между родом и видом становятся основой организации учебного процесса, но и постепенное разворачивание содержания изучаемого понятия.

Так, например, в случае прямой пропорциональности, сначала, с точки зрения схемы исследования функции, рассматривается фокус-пример – функция  $y = 4x$ . Затем, на конкретных примерах, с последующим обобщением, изучается роль коэффициента  $k$ , и результаты анализа родо-видовой связи оформляются с использованием различных способов кодирования информации.

Следующий текст относится к типу текста «текст – установление связей сопоставления, аналогии». Он устанавливает связи между функциями  $y = kx$  и  $y = kx + b$ . Приведем отрывок такого текста.

*Таким образом, нам встретилась еще одна функция, функция вида*  
 $y = kx + b$ .

*Есть ли у нее что-нибудь общее с прямой пропорциональностью? Да, конечно! Положим  $b = 0$  и получим старую знакомую функцию:  $y = kx$ .*

*А что будет, если  $b \neq 0$ ? Сходство обеих функций все равно можно заметить – в правых частях равенств у обеих функций стоит произведение переменной величины на постоянную. Но есть и различие. Выражение, задающее новую функцию, содержит еще и постоянное слагаемое! Сравним свойства функции  $y = kx + b$  со свойствами прямой пропорциональности [13].*

Процедура распознавания объектов с определенными свойствами является одной из ведущих мыслительных операций на фазе категоризации. Причем распознавание может осуществляться как на предметно-практическом уровне, так и на словесно-образном.

Процедура распознавания объектов с определенными признаками может быть организована с помощью текстов типа «текст – установление межпредметных связей». Эти тексты обращают внимание учащихся на использование свойств вводимых понятий с точки зрения рассматриваемых задач. Приведем пример учебного текста, посвященного изучению понятия «область определения функции». Этот текст создает условия для того, чтобы учащиеся осознали, что для выбора области определения функции решающим моментом являются реальные значения изучаемой функции.

*В курсах физики и геометрии вы познакомились с формулами, по которым находятся величины:*

а)  $s = \frac{gt^2}{2}$  – путь, который проходит тело за время  $t$  в свободном падении с ускорением  $g$ ;

б)  $I = \frac{U}{R}$  – сила тока на участке цепи с сопротивлением  $R$  и напряжением  $U$  (закон Ома);

в)  $S = ab$  – площадь прямоугольника со сторонами  $a$  и  $b$ ;

г)  $F_A = \rho Vg$  – выталкивающая сила Архимеда ( $V$  – объем вытесненной жидкости;  $\rho$  – ее плотность);

д)  $V_t = V_0(1 + \alpha t)$  – объем тела при температуре  $t$  ( $\alpha$  – коэффициент расширения;  $V_0$  – объем тела при температуре  $t = 0$ );

е)  $Q = cm(t_2 - t_1)$  – количество теплоты, поглощенной телом с массой  $m$  и удельной теплоемкостью  $c$  при изменении температуры от  $t_1$  до  $t_2$ ;

ж)  $\rho = \frac{m}{V}$  – плотность вещества массой  $m$  объема  $V$ .

1. В каждой из этих формул выберите зависимую и независимую переменные величины, выразите первую через вторую и укажите естественную область определения соответствующей функции.

2. Истолкуйте физический смысл каждой формулы. Если будет необходимо, то воспользуйтесь справочниками или учебниками по физике. Укажите области определения полученных функций, исходя из физического смысла формулы.

3. Какие еще примеры функций вы можете привести, используя физические законы? [14]

На следующей фазе образования понятий – «обогащение», средствами учебных текстов типа «текст – признаки понятия», «текст – установление межпредметных связей», «текст – систематизация понятий» выделяются дополнительные признаки понятия «функция»; оно анализируется в контексте разных ситуаций; систематизируются знания о различных функциях.

С точки зрения установления взаимосвязей между понятиями, на этой фазе большое значение отводится текстам, которые способствуют организации перевода признаков понятий с одного языка представления информации на другой, конструированию объектов с заданными свойствами.

Так, например, разработаны тексты, способствующие представлению свойств функции на различных языках (аналитическом, графическом, табличном).

1. Используя график функции  $y = f(x)$  (рис. 1), ответьте на следующие вопросы: а) какова область определения функции; б) каково множество значений функции; в) является ли функция четной, нечетной; г) сколько нулей имеет функция; д) принимает ли функция наибольшее значение на области определения? Если да, то найдите его; е) принимает ли функция наименьшее значение на области определения? Если да, то найдите его; ж) чему равно значение  $x$ , если  $f(x) = 0$ ?

2. Сделайте эскиз графика функции  $y = g(x)$ , если она обладает свойствами:

а) областью определения функции является множество действительных чисел  $R$ ;

б) функция четна;

в) множеством значений функции является множество всех неположительных действительных чисел;

г) один из нулей функции – число 5;

д) график пересекает ось  $Oy$  в точке с ординатой 0.

3. Составьте задание, которое помогает изучать основные свойства функций [14].

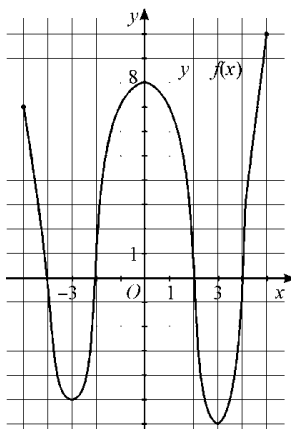


Рис. 1

Такие задания способствуют изучению различных видов функций, стимулируют деятельность учащихся на создание собственных учебных текстов.

К типу текстов «текст – признаки понятия» относятся те тексты, где организуется работа по переводу содержания понятия «функция» с аналитического и образного языков на язык физических понятий.

Приведем пример одного из таких текстов.

*Движение дельфина, выпрыгивающего из воды вертикально вверх, описывается функцией  $y = t - 5t^2$ , график которой изображен на рис. 2.*

*Объясните, что физически означают:*

- а) интервал положительных значений функции;*
- б) нули функции;*
- в) промежутки возрастания и убывания функции;*
- г) наибольшее значение функции;*
- д) наличие оси симметрии [14].*

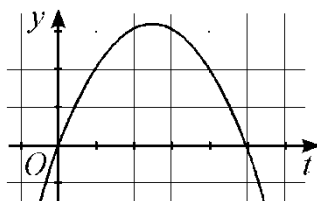


Рис. 2

В итоге работы над этим текстом учащиеся осуществляют перевод математических понятий на интуитивно понятные физические образы. Например, интервал положительных значений функции соответствует нахождению дельфина над водой; нули функции соответствуют моментам выхода дельфина из воды и входа в воду; промежутки возрастания и убывания функции – подъем и падение дельфина; наибольшее значение функции соответствует наибольшей высоте подъема, а наличие оси симметрии говорит о том, что подъем и падение дельфина происходят в определенном смысле одинаково.

Как показали исследования К. Ф. Лебединцева [15], изучение такого свойства функции, как «средняя скорость изменения функции», может стать основой для сравнения различ-

ных функций, изучения таких свойств, как убывание (возрастание) функции, способствовать установлению межпредметных связей, готовить к введению понятия «производная».

Приведем пример учебного текста, который может служить поводом для обсуждения связей между коэффициентом  $k$  линейной функции и скоростью ее изменения на промежутке.

На рисунке 3 изображены графики движения двух пешеходов, которые идут из Аникино в Петухово по одной и той же тропе с постоянной скоростью.

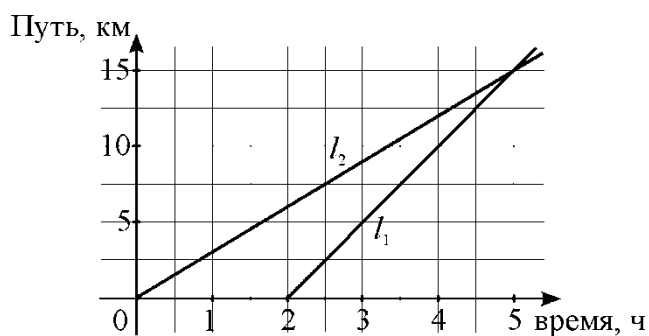


Рис. 3

Ответьте на следующие вопросы:

- 1) кто из пешеходов вышел из Аникино первым;
- 2) какое событие означает точка пересечения графиков;
- 3) какой пешеход шел до этого события дольше;
- 4) какой пешеход идет быстрее;
- 5) через два часа после того, как вышел второй пешеход, за ним из Аникино выехал мотоциклист чтобы догнать второго пешехода до того, как второй пешеход догонит первого. Постройте график движения мотоциклиста;
- б) одновременно с мотоциклистом в том же направлении вышел третий пешеход и пошел со скоростью первого. Постройте график его движения.

Существенную роль на этапе обогащения играют учебные тексты типа «текст – систематизация понятий», которые формируют умения сравнивать различные функции по определенным признакам, классифицировать их.

Приведем пример такого текста.

Можно ли сказать, что на рисунке 4 дана некоторая классификация квадратичных функций? Если да, то что положено в основу классификации? Какую классификацию предложили бы вы? [14].

Еще одной фазой формирования понятия «функция» является фаза переноса. Учебные тексты, обеспечивающие фазу переноса, предоставляют учащимся возможность соотнести свой прошлый опыт с содержанием понятия «функция». Использовать свойства функций для получения новых методов решения уравнений, неравенств, текстовых задач. Способы построения графика квадратичной функции переносятся на построение графиков функций вида  $y = k(x - m) + n$ .

Приведем пример учебного текста типа «текст – установление внутрпредметных связей», с помощью которого знания о квадратных уравнениях, свойствах квадратичной функции используются в новой ситуации – решение неравенств второй степени, получение правила их решения:

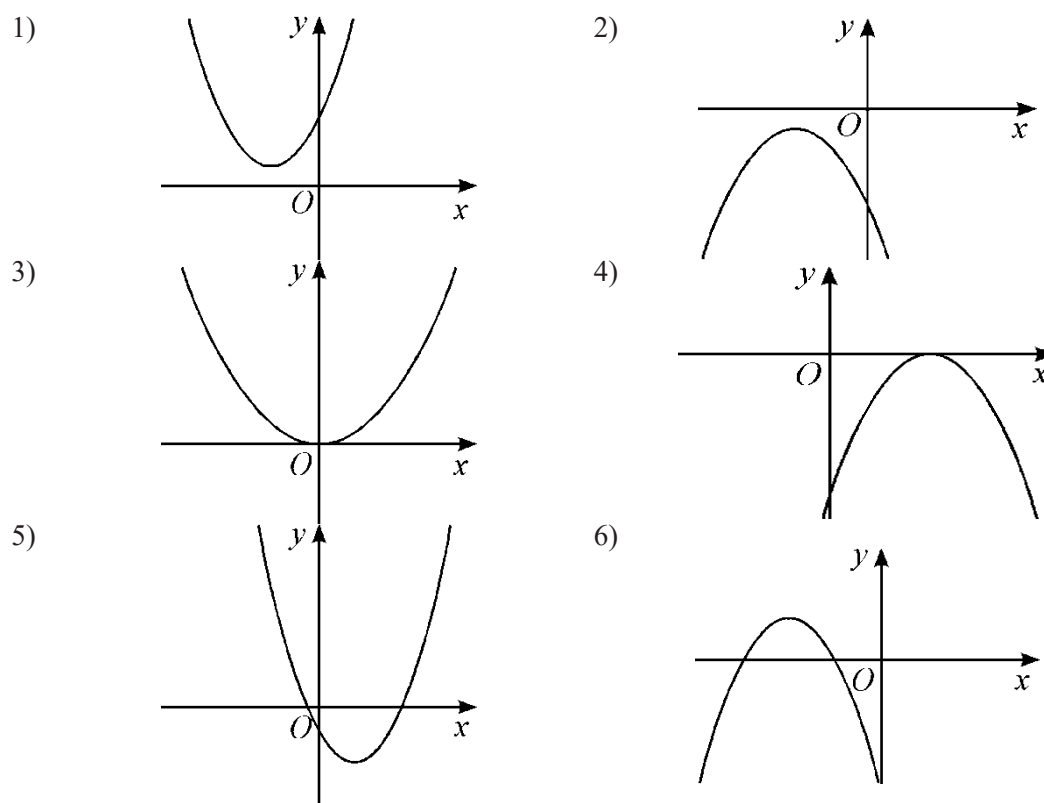


Рис. 4

Даны корни квадратного уравнения  $ax^2 + bx + c = 0$ :

а)  $x_1 = -1; x_2 = 1$ ; б)  $x_1 = \sqrt{3}-1; x_2 = \sqrt{3}+1$ ; в)  $x_1 = x_2 = -0,5$ .

Запишите множество решений соответствующего неравенства  $ax^2 + bx + c > 0$ , если известно, что ветви параболы  $y = ax^2 + bx + c$  направлены:

1) вверх; 2) вниз.

Данный текст помогает учащимся выделить из множества свойств квадратичной функции те, которые существенны для решения неравенств второй степени.

Выделение нужной информации о квадратичной функции становится основой для получения алгоритма решения неравенств второй степени.

Еще одним фактом, подтверждающим значимость изучения понятия *функции* на этапе переноса, является применение графического метода решения текстовых задач.

Решим одну из задач графическим методом.

Из двух городов, расстояние между которыми 720 км, одновременно вышли два поезда. В 10 ч поезда встретились. Известно, что путь до встречи первого поезда на 240 км больше второго, а в конечный пункт первый поезд прибыл в 13 ч. Во сколько часов прибыл в конечный пункт второй поезд?

Решение:

По оси абсцисс будем откладывать время, а по оси ординат – расстояние от города из которого вышел первый поезд. Ось ординат разметим от 0 до 800 км, а ось абсцисс от 0 до 24 ч.

Зависимость расстояния от времени для каждого поезда описывается линейной функцией и изображается на графике отрезком прямой. Причем эти отрезки должны начинаться (заканчиваться) в точках, соответствующих городам, из которых вышли поезда. Поскольку поезда движутся навстречу друг другу и встречаются, графики их движения



должны пересекаться. Найдем координаты точки встречи поездов. Для этого обозначим через  $S_1$  путь, который пройдет первый поезд до встречи. Тогда  $S_1 - (720 - S_1) = 240$  км.

Отсюда находим, что  $S_1 = 480$  км.

Построим точку  $D (10; 480)$ , соответствующую встрече поездов.

Чтобы построить прямую, достаточно знать две точки, лежащие на этой прямой. Из условия задачи мы можем определить точку, соответствующую приходу первого поезда в пункт назначения. Это точка  $C (13; 720)$ .

Построим график движения первого поезда. Проведем отрезок прямой  $CD$  до пересечения с осью времени, получится точка  $E (4; 0)$  (рис. 5). Очевидно, она соответствует времени выхода первого поезда.

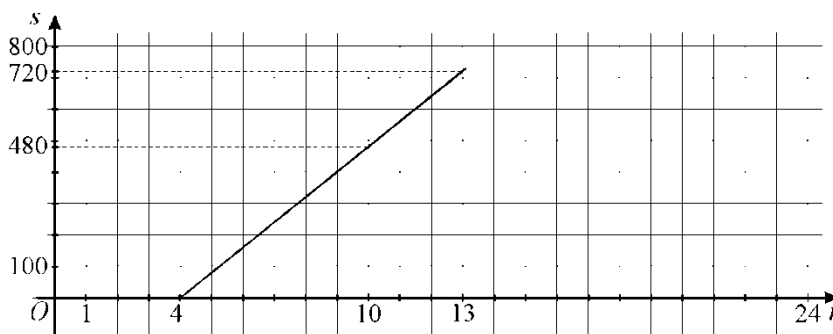


Рис. 5

Второй поезд вышел тоже в 4 часа, и его выходу соответствует точка  $F (4; 720)$  (рис. 6). Построим эту точку и проведем отрезок прямой через точки  $F (4; 720)$  и  $D (10; 480)$  до пересечения с осью времени.

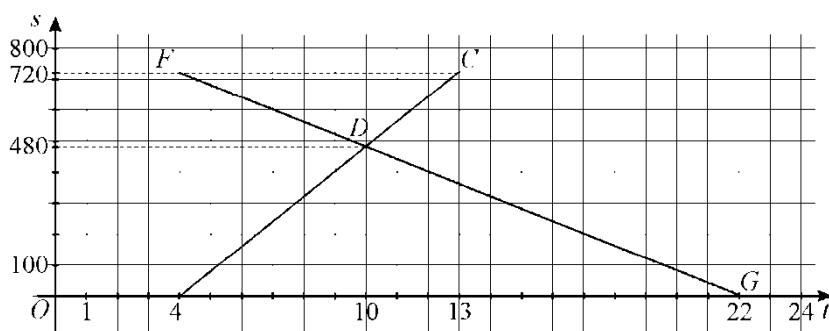


Рис. 6

Эта точка  $G$  пересечения имеет координаты  $(22; 0)$ . Таким образом, время прибытия второго поезда равно 22 часам.

Ответ: второй поезд пришел в конечный пункт в 22 часа.

Данный учебный текст способствует формированию умения моделировать ситуации.

Знание типов этих текстов и принятие идеи того, что работа по установлению различных связей между понятиями должна вестись на протяжении всего процесса изучения данного понятия, может помочь учителю при работе с темой «функция» в основной школе.

Учебные тексты ориентируют учащихся на понимание математических фактов, идей и теорий, их применение; способствуют развитию базовых интеллектуальных умений (планировать, оценивать, моделировать, исследовать и т. д.); развивается самостоятельность учащихся; осознается значимость данного понятия лично для ученика и для создания целостной картины мира.

### Список литературы

1. Выготский Л. С. Психология подростка: Собр. соч. М.: Педагогика, 1984. Т. 4. С. 5–242.
2. Хинчин А. Я. Педагогические статьи. Академия педагогических наук РСФСР / под ред. Б. В. Гнеденко. М., 1963. 204 с.
3. Далингер В. А. Внутрипредметные связи как методическая основа совершенствования процесса обучения математике в школе: дис. ... д-ра пед. наук. Омск, 1992. 400 с.
4. Иванова Т. А. Теоретические основы гуманитаризации общего математического образования: автореф. ... дис. д-ра пед. наук. Москва, 1998. 43 с.
5. Холодная М. А. Психология понятийного мышления: От концептуальных структур к понятийным способностям. М.: Институт психологии РАН, 2012. 288 с.
6. Столяр А. А. Логические проблемы преподавания математики: дис. ... д-ра пед. наук. Могилев, 1968. 326 с.
7. Слепкань З. И. Методическая система реализации развивающей функции обучения математике в средней школе: дис. ... д-ра пед. наук в форме научного доклада. М., 1987. 47 с.
8. Метельский Н. В. Психолого-педагогические основы дидактики математики. Минск: Высшая школа, 1977. 160 с.
9. Шапиро С. И. Использование задач с практическим содержанием в преподавании математики: книга для учителя. М.: Просвещение, 1990. 96 с.
10. Bell A. Shell centre for mathematical Education, Review 1984–1988. England, 1988. 142 p.
11. Просвинова И. Г. Роль аналогии и мотивации учебной деятельности при обучении математике // Модернизация содержания школьного образования: проблемы, решения, перспективы: материалы Всерос. конф. Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2003. С. 17–21.
12. Гельфман Э. Г., Холодная М. А. Психодидактика школьного учебника: Интеллектуальное воспитание учащихся. М.: Юрайт, 2018. 324 с.
13. Гельфман Э. Г. и др. Алгебра: учебник для 9 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 272 с.
14. Гельфман Э. Г. и др. Алгебра: практикум для 9 класса. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. 263 с.
15. Лебединцев К. Ф. Преподавание алгебры и начал анализа: пособие для учителей. Киев: Радянська школа, 1984. 248 с.

**Гельфман Эммануила Григорьевна**, доктор педагогических наук, профессор, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061).  
E-mail: mina.gelfman@yandex.ru

**Каменская Ирина Валентиновна**, кандидат физико-математических наук, Томский государственный педагогический университет (ул. Киевская, 60, Томск, Россия, 634061).  
E-mail: kamenskayaiv@tspu.edu.ru

*Материал поступил в редакцию 30.07.2018*

DOI: 10.23951/2307-6127-2018-4-60-71

### FORMATION OF RELATIONS BETWEEN CONCEPTS BY MEANS OF TEACHING TEXTS (ON THE EXAMPLE OF THE CONCEPT «FUNCTION»)

*E. G. Gelfman, I. V. Kamenskaya*

*Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russian Federation*

Fundamental importance for the development of thinking of a teenager, his intellectual education has the formation of concepts. Organization of training aimed at taking into account the laws of the process of formation of conceptual thinking is relevant in the methods of teaching natural sciences. Knowledge at the conceptual level is the knowledge of some sets of features of the concept (identification of features of the concept; establishment of the presence or absence of a certain feature in a given mathematical object; construction of objects with these features, etc.). The nature of each individual concept implies the existence of

a certain system of concepts, beyond which it can not exist. Formation of the concept includes the construction of the content of education, aimed at establishing links between concepts. Establishment of a variety of relationships between concepts is especially important in the study of such a fundamental concept of mathematics as “function”, as this concept helps to identify the mutual connection and conditionality of different phenomena. Investigations show that this role of the concept of function is not always realized. Therefore, we need special educational texts that would create conditions for establishing links between concepts at each of the phases of the process of formation of the concept of “function”: motivation, categorization, enrichment, links. The motivation phase is “text – establishment of inter-subject relations”, motivating the search for a new concept that would allow to combine externally dissimilar, different situations, to find approaches to their study. Phase categorization – “text – encoding information, text – establishment of generic-specific relations, text - focus-example”, “text – relationships-mapping, analogy.” The phase of enrichment “text – establishing interdisciplinary connections, text – signs, concepts, text – systematization of concepts.” Transfer phase - “text – intra-subject links”, “text – concept application”. The knowledge of the typology of educational texts, contributing to the establishment of links between concepts in the study of “functions”, creates conditions for improving the quality of the study of this concept, for the formation of universal educational actions of various blocks.

**Key words:** *teaching text, function, phases of concept formation, genus-species relations, classification, operation of the recognitions, inter-subject links between concepts.*

### References

1. Vygotskiy L. S. *Psikhologiya podrostka: Sobr. soch.* [Psychology of a teenager: collected works]. Moscow, Pedagogika Publ., 1984. V. 4. 242 p. (in Russian).
2. Khinchin A. Ya. *Pedagogicheskiye stat'i. Pod redaktsiey akademika AN USSR B. V. Gnedenko* [Pedagogical articles. Edited by Academician of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR B. V. Gnedenko]. Moscow, Academy of Pedagogical Sciences of the RSFSR Publ., 1963. 204 p. (in Russian).
3. Dalinger V. A. *Vnutripredmetnye svyazi kak metodicheskaya osnova sovershenstvovaniya protsessa obucheniya matematike v shkole.* Dis. dokt. ped. nauk [Intrasubject connections as a methodological basis for improving the process of teaching Math at school. Diss. doct. of ped. sci.]. Omsk, 1992. 400 p. (in Russian).
4. Ivanova T. A. *Teoreticheskiye osnovy gumanitarnizatsii obshchego matematicheskogo obrazovaniya.* Avtoref. dis. dokt. ped. nauk [Theoretical foundations of the humanitarization of general mathematical education. Abstract of thesis doct. of ped. sci.]. Moscow, 1998. 43 p. (in Russian).
5. Kholodnaya M. A. *Psikhologiya ponyatiynogo myshleniya: Ot kontseptual'nykh struktur k ponyatiynym sposobnostyam* [Psychology of conceptual thinking: From conceptual structures to conceptual abilities]. Moscow, Psychology Institute of RAS Publ., 2012. 288 p. (in Russian).
6. Stolyar A. A. *Logicheskiye problemy prepodavaniya matematiki.* Dis. dokt. ped. nauk [Logical problems of teaching mathematics. Diss. doct. of ped. sci.]. Mogilev, 1968. 326 p. (in Russian).
7. Slepkan' Z. I. *Metodicheskaya sistema realizatsii razvivayushchey funktsii obucheniya matematike v sredney shkole.* Dis. dokt. ped. nauk v forme nauchnogo doklada [Methodical system for implementing the developing function of teaching Math in secondary school. Diss. doct. of ped. sci. in the form of a scientific report]. Moscow, 1987. 47 p. (in Russian).
8. Metel'skiy N. V. *Psikhologo-pedagogicheskiye osnovy didaktiki matematiki* [Psychological and pedagogical foundations of didactics of mathematics]. Minsk, Vysheyshaya shkola Publ., 1977. 160 p. (in Russian).
9. Shapiro S. I. *Ispol'zovaniye zadach s prakticheskim sodержaniem v prepodavanii matematiki: kniga dlya uchitelya* [Use of problems with practical content in the teaching of mathematics: teacher's book]. Moscow, Prosveshcheniye Publ., 1990. 96 p. (in Russian).
10. Bell A. Shell centre for mathematical Education, Review 1984–1988, University of Nottinham, England, 1988. 142 p.
11. Prosvirova I. G. Rol' analogii i motivatsii uchebnoy deyatel'nosti pri obuchenii matematike [Role of analogy and motivation of learning activity in teaching mathematics]. *Materialy Vserossiyskoy konferentsii «Modernizatsiya sodержaniya shkol'nogo obrazovaniya: problemy, resheniya, perspektivy»* [Materials of the All-Russian Conference Modernization of school education: problems, solutions and prospects]. Tomsk, Tomsk State Pedagogical University Publ., 2003. Pp. 17–21 (in Russian).

12. Gel'fman E. G., Kholodnaya M. A. *Psikhodidaktika shkol'nogo uchebnika: Intellektual'noye vospitaniye uchaschikhsya* [Psychodidactics of the school textbook: Intellectual education of students]. Moscow, Yurayt Publ., 2018. 324 p. (in Russian).
13. Gel'fman E. G. i dr. *Algebra: uchebnik dlya 9 klassa* [Algebra: textbook for grade 9]. Moscow, BINOM Publ., 2013. 272 p. (in Russian).
14. Gel'fman E. G. et al. *Algebra: praktikum dlya 9 klassa* [Algebra: practical course for grade 9]. Moscow, BINOM Publ., 2016. 263 p. (in Russian).
15. Lebedintsev K. F. *Prepodavaniye algebry i nachal analiza: Posobiye dlya uchiteley* [Teaching of algebra and the beginnings of analysis: manual for teachers]. Kiev, Radyan'ska shkola Publ., 1984. 248 p. (in Russian).

**Gel'fman E. G.**, Tomsk State Pedagogical University (ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061). E-mail: mina.gelfman@yandex.ru

**Kamenskaya I. V.**, Tomsk State Pedagogical University (ul. Kievskaya, 60, Tomsk, Russian Federation, 634061). E-mail: kamenskayaiv@tspu.edu.ru