

Структурирование образовательных действий

Лебедев В.В.

Одна из сложностей современного мира связана с постоянным увеличением информационных потоков, в которых человеку не только необходимо ориентироваться, действовать, но и создавать. Создавая что-то новое, мы вливаем новые ручейки в расширяющееся информационное море.

Информация отражает некоторые объекты реального или идеального мира. Если рассматривать информацию как систему, то в ней можно выделить такие важнейшие элементы, как понятийный аппарат и действия, описывающие (отражающие) объекты.

Человек, легко ориентирующийся в современном мире и полноценно реализующий себя, как правило, обладает соответствующим образованием.

Эффективное развитие субъектного опыта, а следовательно, самого человека зависит от того, каким образом мы (учителя) погружаем учащегося в информационное пространство предмета. Если действия, понятийный аппарат, включённые ребёнком в свой внутренний мир, не имеют чётких взаимосвязей, то у него не возникает целостной картины, системы¹ информации. И это не позволяет ему свободно понимать и полноценно использовать знания в стандартных и тем более в нестандартных условиях.

¹ Система — множество взаимосвязанных элементов.

Таким образом, одной из задач учителя является организация учебной информации, в таком виде, чтобы понятийный аппарат предмета и действия были представлены целостной системой, где каждый элемент, взаимосвязь даны в развёрнутом, пошагово описанном виде.

Затрагивая вопрос структурирования² образовательных действий, нам необходимо сориентироваться в их многообразии, для этого рассмотрим одну из возможных классификаций: предметные, надпредметные и метадействия.

² Структура — характер взаимосвязи элементов в системе. Структурирование — изменение, преобразование характера взаимосвязи элементов в системе.

Предметные действия оперируют конкретной информацией в определённых учебных предметах. Например: действия с обыкновенными дробями изучаются в курсе математики, но применяются практически во всех естественно-научных дисциплинах, действие по определению широты и долготы относится к предмету география и т.д.

Надпредметные виды действий позволяют понимать, систематизировать информацию вне зависимости от учебного предмета и используются во всех учебных курсах. Среди них: чтение, анализ, синтез, сравнение, классификация и др.

Метадействия можно определить как надпредметные действия, которые служат для организации, систематизации действий независимо от контекста их приложения. К ним можно отнести ориентацию в любом проблемном пространстве, стратегию³ формирования прогнозируемого результата, стратегию моделирования пути достижения цели и др.

³ Стратегия (strategy) — повторяемая последовательность мыслей, ведущая к действиям, которые приводят к достижению желаемого результата. См.: О'Коннор Дж, Искусство системного мышления. София. 2001. С. 439.

Образовательный инструмент, необходимый учителю для структурирования информации — это метадействия, с помощью которых он сможет раскрыть внутреннюю суть объектов и процессов, представить их в виде систем. При этом он получает возможность развития учащегося, привлекая его к процессу самостоятельного познания содержания изучаемого объекта на основании специальным образом сконструированных процедур.

Рассмотрим некоторые метадействия и применение их в образовательной практике.

Знакомя слушателей факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки МПГУ с действием «ориентация в проблемном пространстве», мы предлагаем им решить проблемные задачи, в которых знакомые действия нужно произвести в изменённом контексте. Например:

«Представьте, что вы проснулись среди ночи в полной темноте. Вам необходимо одеться, не включая свет. Как вы это сделаете, если ваша одежда беспорядочно лежит рядом с кроватью. Опишите процесс так, чтобы любой другой человек мог его повторить, понимая при этом, ради чего производится то или иное действие».

Кажущаяся простота задач даёт возможность слушателям сосредоточиться на установлении разницы того, что они делают в естественном контексте и в изменённом, и определить те основные побудительные процессы, которые лежат в основе совершаемых действий.

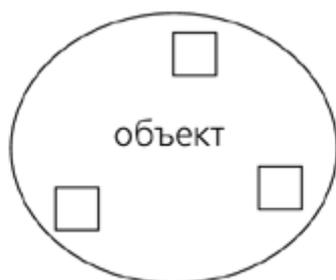
Побуждением к процессу мышления служат вопросы, в независимости от того, осознаны они человеком или нет.

Решение задач, аналогичных представленной, сводится к построению процедуры ориентации в проблемном пространстве, которая состоит из пяти вопросов, организующих наше мышление и действия.

Стратегия ориентирования в проблемном пространстве.

- 1. Что это? (или) Что это значит? (или) На что это похоже?**
- 2. Что я хочу?**
- 3. Что мешает достичь того, что я хочу?**
- 4. Что нужно сделать, чтобы избавиться от того, что мешает?**
- 5. Как это сделать?**

Первый шаг этой стратегии организует внимание на том, что за объект перед нами, выделяет в нашем внутреннем информационном пространстве некую область, ассоциирующуюся с представленным объектом. Визуальные, словесные, некие ощущения, соответствующие всему тому, что связано с объектом, действия, которые можно совершать с ним, с его частями и т.д.



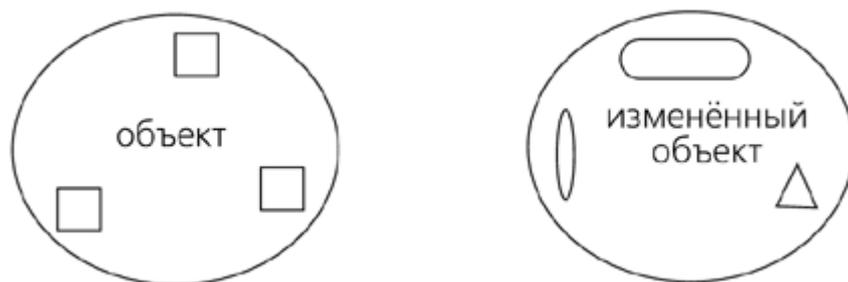
Второй шаг направляет внимание и, следовательно, наше мышление на то, что мы хотим видеть, слышать, иметь, каким должен быть результат преобразований этого объекта. Эта информация может задаваться либо извне, либо содержаться в нашем внутреннем информационном пространстве.



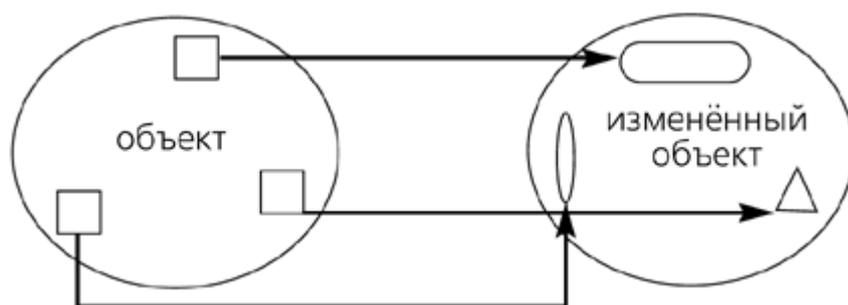
Третий шаг позволяет определить то, что требует изменений для перевода объекта из од-

ного состояния в другое.

Четвёртый шаг переводит фокус внимания к выделенным элементам, которые необходимо преобразовать, и организует поиск средств для этого преобразования.



Пятый шаг даёт возможность сосредоточиться на организации системы перевода объекта в желаемое состояние.



При освоении рассматриваемой стратегии в школах, в рамках внедрения образовательной технологии «Достижение прогнозируемых результатов», мы вместе с учителями анализировали ответы учащихся с позиции того, что мешает им правильно решить поставленную перед ними задачу. Учителя отмечали, что пропуск того или иного шага стратегии ориентирования не позволял учащимся продвигаться в том направлении, которое вело к решению задачи.

Так, например, на первом шаге это неправильное владение понятийным аппаратом темы либо неправильное подведение под понятие, либо отсутствие самого процесса определения: что за объект представлен перед учащимися. Как следствие, они были дезориентированы до тех пор, пока учитель наводящими вопросами не обращал их внимание на необходимость уточнения того, что же они видят, рассматривают, слышат, что находится перед ними и т.д. Таким образом, учителя приходили к пониманию необходимости планомерного обучения школьников применению рассматриваемой стратегии. Кроме того, необходимость такого обучения заставляла самих учителей изменять свои стереотипы, которые они использовали при разработке и введении учебной информации, искать другие пути конструирования своей деятельности и деятельности учащихся.

Покажем применение этой стратегии и других для разработки предметных действий: решение линейных уравнений; анализ и решение конкретной текстовой задачи и надпредметного действия, конструирование системы понятий и подведение под понятие.

Предварительно нам необходимо уточнить — каждый шаг стратегии ориентирования направляет нас на формулирование ответа, часто представляющего собой действия, без знания процедур которых мы не сможем эффективно использовать эту стратегию.

Из философии известно, что сам объект определяет действия над собой. Т. е. для того чтобы выявить действия над объектом, нам необходимы знания об объекте как системе. Таким образом, ответ на первый вопрос **что это?** приводит к необходимости раскрытия системы объекта, в более простых случаях можно ограничиться узнаванием, определением понятия. При этом необходимо учитывать, что все входящие в формулировку действия слова яв-

ляются объектами исследования.

Надпредметное действие определения системы объекта предполагает следующие шаги, которые мы представляем в виде схемы действий (см. рис. 1 в приложении в конце статьи).

Применим стратегию ориентирования в проблемном пространстве и процедуру определения системы объекта к действию «решение линейного уравнения». В этом действии имеются две составные части: «решение» (уравнения) и «линейное уравнение», и, следовательно, нам нужно анализировать два объекта.

Объект «решение» описывается определением этого понятия.

Решение уравнения — это значения переменных (с учётом ограничений), при которых уравнение обращается в истинное равенство.

Рассмотрим теперь линейное уравнение.

Ответим на первый вопрос: **что это?** с помощью процедуры определения системы объекта (см. рис. 2. в приложении в конце статьи).

Линейное уравнение — уравнение вида $ax + b = 0$. Его систему составляют пять элементов: равенство, переменная, числа, математические операции и уровень математической операции. Мы выделяем уровень математической операции в элементы, хотя сам уровень операции определяется характером взаимосвязи. Так, сложение в данном случае $ax + b = 0$ — операция второго уровня.

Характер взаимосвязи можно определить следующим образом: переменная x связана с числом, a — с операцией умножения (или на переменную x воздействуют числом a с помощью операции умножения); выражение ax связано числом b операцией сложения, и всё это равно нулю.

После ответа на первый вопрос переходим ко второму шагу стратегии.

Что я хочу (относительно линейного уравнения)?

Часто ответ на этот вопрос формулируется в условии задачи. В нашем случае — решить линейное уравнение. С учётом данного определения ответ на вопрос **что я хочу?** можно сформулировать так: я хочу получить « $x = \dots$ ».

Что мне мешает?

Мешают числа, воздействующие на переменную.

Что нужно сделать, чтобы избавиться от них?

Нейтрализовать воздействие чисел. Определить последовательность нейтрализации.

Как это сделать?

Нейтрализовать числа можно с помощью операций, обратных данным, основываясь на свойстве равенства.

Свойство равенства — на обе части равенства можно воздействовать одинаковым образом (с учётом возможных ограничений), при этом смысл его не изменится.

Определение последовательности нейтрализации чисел производится с учётом уровня математических операций, что можно изобразить схематично (см. рис. 3 в приложении в конце статьи) на основании установленной взаимосвязи.

Завершая выполнение стратегии, покажем процедуру решения линейного уравнения:

$$ax + b = 0$$

$$ax + b - b = 0 - b$$

$$ax + 0 = -b$$

Произвели нейтрализацию b , получив вместо него нуль.

$$ax = -b$$

$$\frac{ax}{a} = \frac{-b}{a}$$

$$1 \cdot x = - \frac{b}{a}$$

Произвели нейтрализацию a , получив вместо него единицу. Таким образом, имеем:

$$x = - \frac{b}{a}$$

Полученная процедура решения линейного уравнения распространяется на все линейные уравнения, включая тригонометрические линейные уравнения, дифференциальные уравнения первого порядка, а также на нахождение функций обратных некоторой данной функции.

Развивая деятельность учащегося, по решению линейного уравнения, ориентируясь на исследование его структуры, мы даём ему возможность правильно и эффективно справляться с любыми задачами такого класса, на что указывают результаты использования такого подхода.

Рассмотрим теперь действие — анализ⁴ и решение конкретной текстовой задачи.

⁴ Подчёркиванием выделили четыре объекта. Для упрощения процедуры рассмотрим часть объектов.

Что значит проанализировать конкретную текстовую задачу?

Проанализировать конкретную текстовую задачу означает раскрытие её системы.

Что я хочу в связи с этим?

Определить все элементы конкретной текстовой задачи и найти все взаимосвязи.

Что мне мешает определить все элементы конкретной текстовой задачи и взаимосвязи?

Незнание общей системы объекта — «текстовая задача».

Что нужно сделать, чтобы избавиться от этого незнания?

Нужно применить процедуру определения системы объекта для объекта «текстовая задача».

Покажем применение процедуры на рис. 4 (см. в приложении в конце статьи).

Как видим, общая система объекта — «текстовая задача» содержит четыре элемента и четыре возможных взаимосвязей, которые могут варьироваться в зависимости от конкретного содержания задачи. Таким образом, для анализа конкретной текстовой задачи нам необходимо сконструировать процедуру, которая позволяла бы легко ориентироваться в её системе.

Общую схему анализа системы конкретной текстовой задачи мы представляем в табличном виде (табл. 1).

Таблица 1. Общая схема анализа содержания текстовой задачи

Тип задачи	Участник 1	..	Участник k	Взаимосвязь (общее)
Состояние 1	Компоненты ¹ ₁	.	Компоненты ^k ₁	Компоненты ^o ₁
Состояние n	Компоненты ¹ _n	.	Компоненты ^k _n	Компоненты ^o _n

Тип задачи, число участников и состояний определяются из текста. Причём определение типа задачи (ответ на первый вопрос стратегии **что это?** относительно объекта — конкретная текстовая задача) позволяет установить характерные для неё компоненты и взаимосвязи между ними. Так, например, для задачи на движение таблица будет выглядеть следующим образом (табл. 2.).

Таблица 2. Схема анализа содержания задачи на движение

Движение	Участник 1	..	Участник k	Взаимосвязь (общее)
Состояние 1	$V^1_1 =$	.	$V^k_1 =$	$V^B_1 =$
	$t^1_1 =$	.	$t^k_1 =$	$t^B_1 =$
	$S^1_1 =$	.	$S^k_1 =$	$S^B_1 =$
-----	-----	.	-----	-----
Состояние n	$V^1_n =$	.	$V^k_n =$	$V^B_n =$
	$t^1_n =$	.	$t^k_n =$	$t^B_n =$
	$S^1_n =$	.	$S^k_n =$	$S^B_n =$

Заполняя таблицу данными значениями компонентов и выражая неизвестные значения на основании взаимосвязей, получим целостную систему задачи. Её решение основывается на решении уравнений или системы уравнений, которые будут получены из взаимосвязей⁵.

⁵ Подробнее с анализом и решением текстовых задач по математике можно познакомиться в работе автора [См.: Управление качеством образования / Под ред. Шамоной Т. И., Третьякова П. И. Москва, 2001.] и на сайте: www.nlr.ru.

Аналогичным образом проводится анализ и решение всех текстовых задач на работу, смеси, сплавы, проценты и т.д.

Освоение учащимися такого подхода к решению текстовых задач позволяет им не только быстро и правильно их решать, но и даёт им инструмент для самостоятельного составления задач различного уровня сложности.

Важным для развития субъектного опыта учащегося является осознанное расширение и использование им своего понятийного кругозора. Для этого в его опыте должны быть такие надпредметные действия как систематизация понятий, действия подведения под понятие, классификация понятий и др., следовательно, в арсенале учителя должны присутствовать соответствующий инструмент структурирования таких действий.

Рассмотрим структурирование некоторых из этих действий на основании вышеизложенных метадействий. В качестве объекта выберем понятие «четырёхугольник» и применим к нему процедуру определения системы объекта.

Представим в табличном виде связь элементов с возможными отношениями (табл. 3).

Таблица 3. Взаимосвязи между элементами четырёхугольника

Элементы/Отношения	Вершины	Отрезки	Углы
Преобразование плоскости	Симметрия, поворот и т.д.	Симметрия, поворот и т.д.	Симметрия, поворот и т.д.
Взаиморасположение на плоскости		параллельность	Сонаправленность сторон и т. д.
Метрические отношения и состояния		равенство	равенство

Получение частных случаев любого объекта происходит путём введения ограничений в имеющиеся взаимосвязи. Чем больше ограничений, тем более частный случай понятия мы имеем.

Для систематизации понятийного аппарата — четырёхугольника определим, какие элементы и отношения мы возьмём в качестве первой основы для наложения ограничений. Пусть это будут отрезки, а в качестве отношения возьмём параллельность⁶.

⁶ Это соответствует существующему подходу в учебниках геометрии для средней школы.

Наложим первое минимально возможное ограничение; только два отрезка (стороны) параллельны. Полученный объект (геометрическая фигура) называется «трапеция».

Таким образом, для того чтобы из четырёхугольника получить трапецию, нам необходимо ограничить расположение его сторон (отрезков): два из них будут параллельны.

Из способа, которым получен частный объект из общего, можно сформулировать струк-

туру определения родовидовых понятий (см. рис. 6 в приложении конце статьи).

Сформулируем определение понятия «трапеция» (табл. 4).

Таблица 4. Структура определения трапеции

Название определяемого объекта	От чего, от кого произошёл?	С помощью каких ограничений получено?
Понятие	Частным случаем какого понятия является?	На что и какие наложены ограничения?
Трапеция —	четырёхугольник,	у которого параллельны только две стороны

Наложим второе ограничение, усиливающее первое, отрезки попарно параллельны. Получим объект, носящий название «параллелограмм».

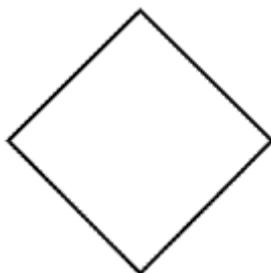
Сформулируем определение.

Параллелограмм — четырёхугольник, у которого стороны попарно параллельны.



Ограничения, связанные с отношением параллельности относительно отрезков, исчерпаны, поэтому для определения (создания) следующих частных случаев четырёхугольника будем использовать ограничения других возможных отношений между ними.

Пусть две смежные стороны параллелограмма будут равны. Такое минимально возможное ограничение мы наложили на метрические отношения между отрезками. Полученная фигура — ромб.



Дадим его определение.

Ромб — параллелограмм, у которого смежные стороны равны.

Так как возможности ограничения взаимоотношений между отрезками, составляющими четырёхугольник, исчерпаны, возьмём другие элементы этой фигуры. Пусть это будут углы. Начав с четырёхугольника и действуя минимальными ограничениями, мы в той же последовательности получим параллелограмм и ромб. Соответствующие определения мы приведём чуть ниже. Возьмём параллелограмм и произведём минимальное ограничение относительно его углов, используя отношение равенства: два угла с общей стороной равны. Полученная фигура называется прямоугольником.



Его определение: прямоугольник — параллелограмм, у которого два угла с общей стороной равны.

Применяя к элементам прямоугольника ограничения относительно равенства смежных сторон или элементам ромба ограничение относительно равенства двух углов с общей стороной, можно получить квадрат.

Для учащихся полезно представить такую работу по созданию иерархии понятий и формулирования их определений в наглядно динамическом виде (см. рис. 7 в приложении конце статьи).

Опираясь на эту схему, школьник даёт определения любого понятия, независимо от выбранного для этого обобщённого понятия. Т. е. переходит от одного понятия к другому в соответствующей иерархической системе (см. рис. 8а в приложении конце статьи).

Обучившиеся работать с внутренней структурой понятия через систему ограничений, школьники дают определение понятия, используя любые элементы обобщённого понятия и все возможные отношения между ними (см. рис. 8б в приложении конце статьи).

Параллелограмм — четырёхугольник, у которого:

- противоположные стороны параллельны или равны;

или

- противолежащие углы равны;

или

- противолежащие вершины симметричны относительно точки пересечения его диагоналей и т. д.

Надпредметное действие подведение под понятие включает в себя последовательное соотнесение рассматриваемого объекта с позициями II и III системы определения (см. рис. 9) и вывода. В рассмотренных примерах название определяемого объекта становится последним (см. рис. 9 в приложении конце статьи).

Организованная таким образом деятельность по конструированию понятийного аппарата учебной темы легко позволяет учащимся воспринимать то, что понятия нижних уровней иерархии обладают всеми свойствами вышестоящих объектов, через которые они могут быть определены. В свою очередь,

объекты понятия, которых стоят на более высоких уровнях иерархии и имеющие меньшее число ограничений, обладают большей стабильностью относительно возможных изменений и воздействий. Это свойство объектов (стабильность, гибкость) особенно интересно рассматривать в контексте гуманитарных предметов. Например: какая экономическая или политическая система более стабильна: та, которая имеет много ограничений, или та, которая имеет их мало, но при этом они имеют фундаментальный саморегулирующийся характер; какой герой произведения быстрее адаптируется, в ситуации резкого изменения условий жизни и т.д.

Повышение компетентности учителя напрямую связано с развитием его образовательной деятельности. Процесс развития наиболее эффективен, если он протекает в рамках специально организованных, практически направленных действиях, в которые органично «вплетена» его саморефлексия.

В рамках освоения школами образовательной технологии «Достижение прогнозируемых результатов»⁷ этот процесс осуществляется в виде учебно-методических, деловых игр. В качестве примера мы представляем процедуру конструирования иерархии понятий в обобщённом виде, которая является основой для учебно-методической деловой игры.

⁷ Вопросы по технологии можно задать по адресу: vdbL@yandex.ru.

Процедура конструирования системы понятий

1. Постройте иерархию понятий темы, раздела, курса,

2. Выберите наиболее общее понятие иерархии.
3. Определите элементы соответствующего ему объекта и определяющие его как систему.
4. Определите возможные отношения, взаимосвязи между элементами объекта их параметры.
5. Выберите элемент (элементы), с которых начнёте производить ограничения.
6. Выберите какое-либо из отношений, возможных между ними.
7. Уточните, какое минимальное ограничение можно наложить на них при использовании наименьшего числа соответствующих элементов.
8. Наложите это ограничение на выбранные элементы и определите частный случай вашего понятия.
9. Минимально «усильте» ограничение по выбранному отношению, используя то же число элементов или минимально увеличивая число элементов, оставаясь при этом в том же классе элементов.
10. Продолжайте этот процесс до тех пор, пока не исчерпаются возможности выбранного отношения для этих элементов.
11. Графически изобразите построенную ветвь понятий.
12. Повторите шаги 6–11 относительно тех же элементов, но используя другие отношения.
13. Сравните полученные ветви понятий и сопоставьте одинаковые понятия.
14. Создайте объединённую ветвь понятий.
15. Выберите другие элементы и повторите шаги 6–14.
16. Сравните объединённые ветви и сопоставьте одинаковые понятия.
17. Создайте единое дерево понятий.
18. Выберите последнее понятие каждой полученной ветви и, воспользовавшись ранее не использованными в объекте элементами и отношениями, внесите нужные ограничения по вышепредложенной схеме.
19. Создайте единое дерево понятий, которое и будет являться сконструированной иерархической системой понятий.

На наших слушателей производит большое впечатление результат сравнения полученной системы понятий с первоначальной иерархией. Это сравнение можно считать шагом 20.

Конструируя понятийный аппарат темы через систему деятельности, учитель получает новые возможности в управлении учением школьников, развитием их субъектного опыта по структурированию внешней информации в виде иерархий взаимосвязанных понятий.

Учитель, использующий метадействия в явном виде для систематизации учебной информации и привлекающий школьников к этому процессу, прививает им интерес к пониманию и раскрытию систем объектов, что позволяет учащимся более эффективно адаптироваться к реалиям окружающего мира.

Приложение (рисунки)

Рис. 1. Процедура определения системы объекта

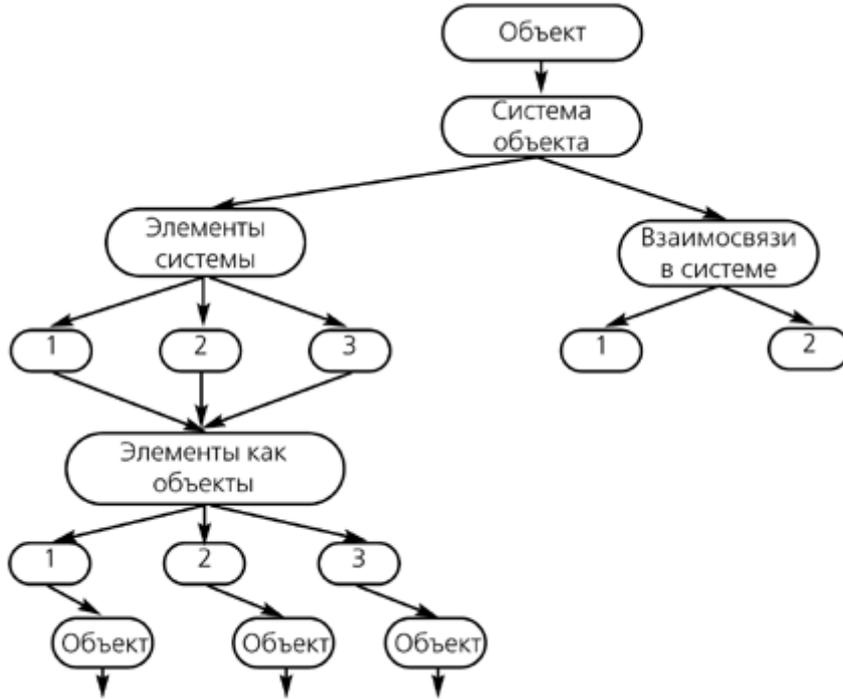


Рис. 2. Система объекта — линейное уравнение

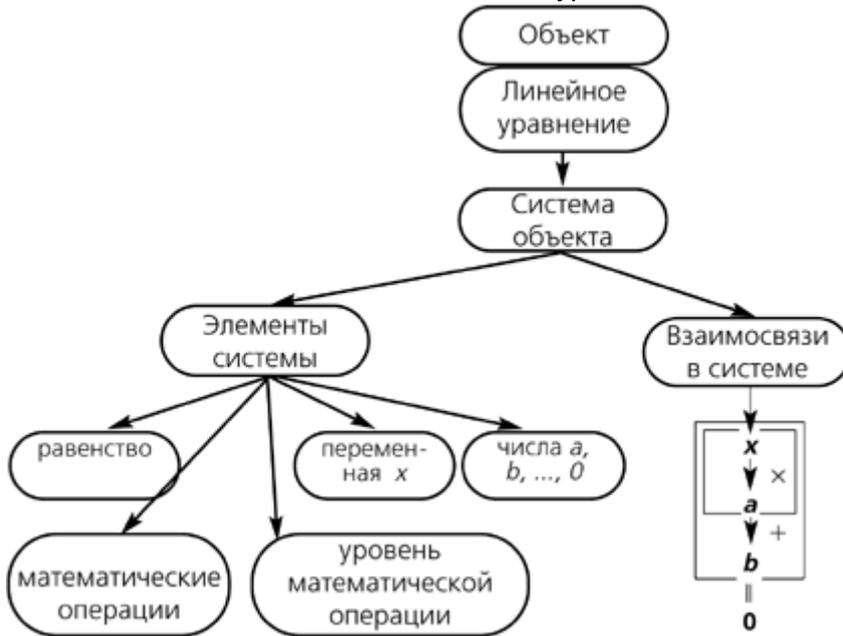


Рис. 3. Определение последовательности нейтрализации чисел

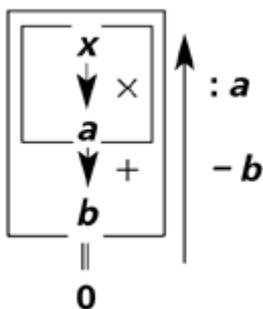


Рис. 4. Схема определения системы объекта — «текстовая задача»

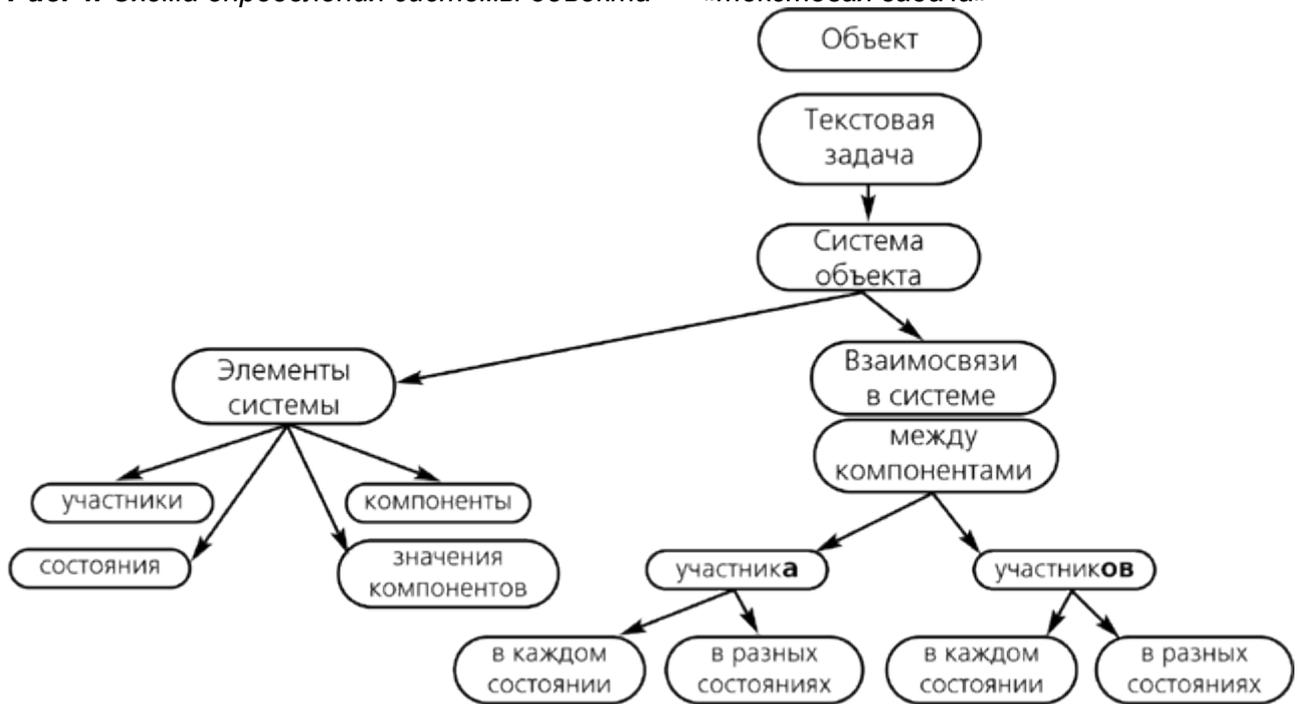


Рис. 5. Схема определения системы объекта — четырёхугольник

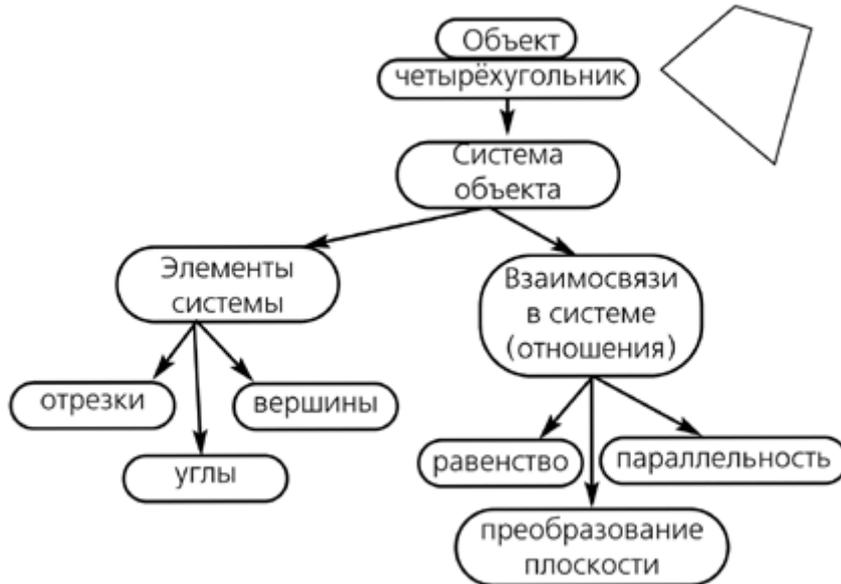


Рис. 6. Система определения родовидовых понятий



Рис. 7. Наглядно динамическая иерархия понятия — четырёхугольник

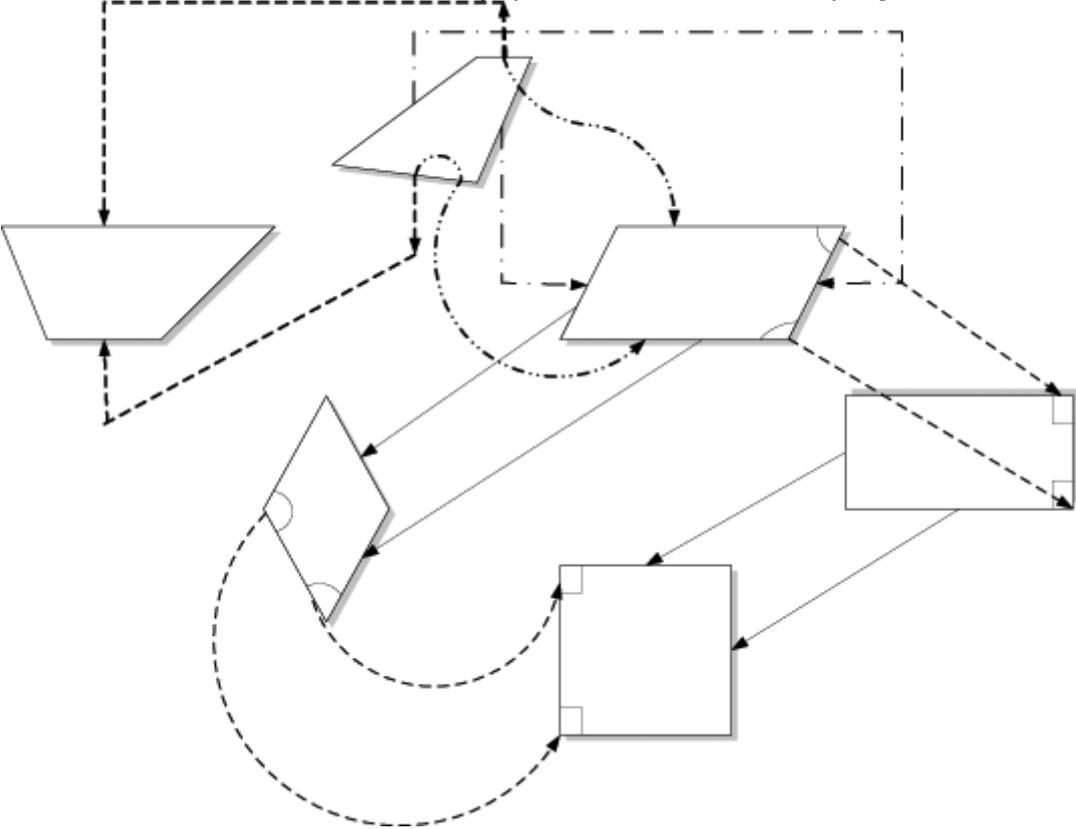


Рис. 8 б. Определения понятия «параллелограмм»

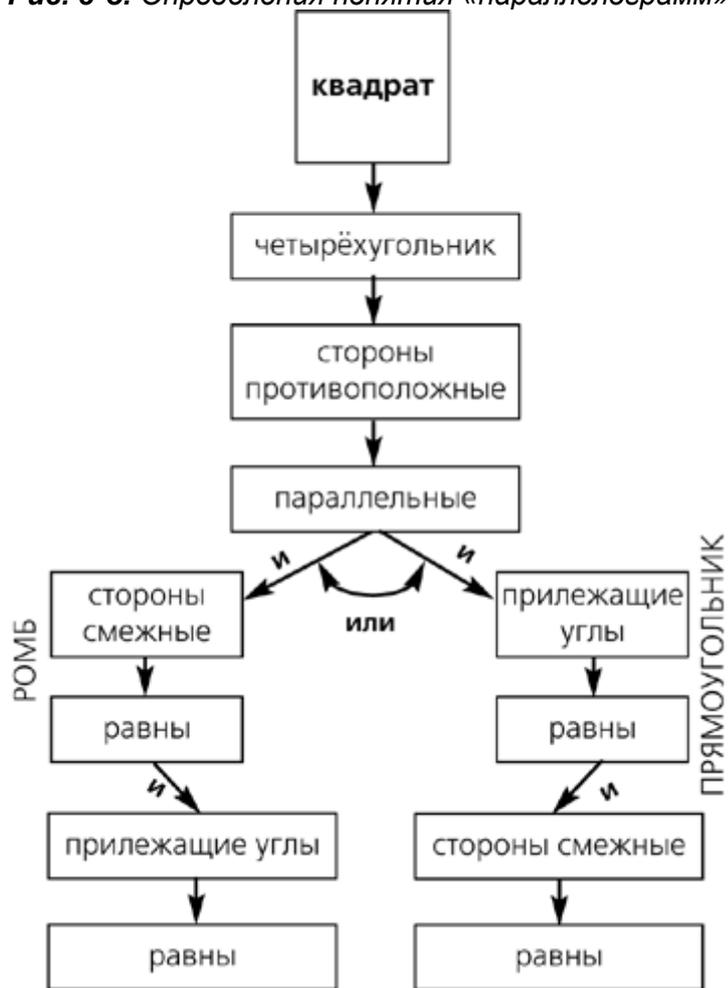


Рис. 8 а. Определения понятия «квадрат»

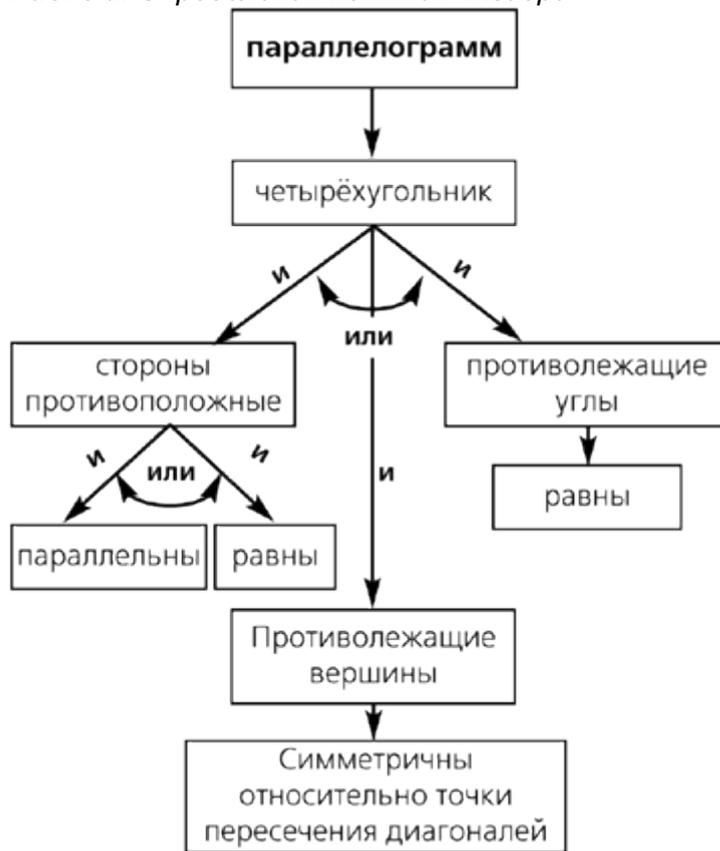


Рис. 9. Действие подведение под понятие «квадрат»

