

17. Тищенко С.П. / С.П. Тищенко. Відтворене «Я» у просторі автобіографічного дискурсу. – Ж. «Практична психологія і соціальна робота», № 10, 2013. – С. 1-6.
18. Тищенко С.П. Феноменологічний досвід особистості у словесному вираженні – інтерпретація автобіографічних наративів / С.П. Тищенко // Наукові записки Інституту психології імені Г.С. Костюка АПН України. – Вип. 38. – С. 306-336.
19. Фрейджер, Роберт, Фейдимен, Джеймс / Роберт Фрейджер, Джеймс Фейдимен. Личность: теории, эксперименты, упражнения (психологическая энциклопедия. Пятое международное издание). – СПб.: прайм-ЕВРОЗНАК, «Издательский дом НЕВА»; Москва: «ОАМА-ПРЕСС», 2001. – 864 с.
20. Щедровицкий Г.П. Я всегда был идеалистом... – М., 2001. – 368 с.
21. Ю. Шевельов (Юрій Шерех). Я – мене – мені... (і довкруги). Спогади. 1. В Україні. – Харків-Нью-Йорк, 2001, Видання часопису «Березіль», Видавництво М.П. Коць. – 428 с.
22. Ю. Шевельов (Юрій Шерех). Я – мене – мені... (і довкруги). Спогади. 2. В Європі. – Харків-Нью-Йорк, 2001, Видання часопису «Березіль», Видавництво М.П. Коць. – 303 с.
23. Ясперс К. Смысл и назначение истории: Пер. с нем., 2-е изд. – М.: Республика, 1994. – 527 с.
24. Ясперс К. Философская автобиография // А.В. Перцов. Молодой Ясперс: рождение экзистенциализма из пены психиатрии. – Санкт-Петербург, Изд-во РХГА, 2012. – С. 207-337.

*Вперше опубліковано: Технології розвитку інтелекту,  
Том.1, вип. 9(2015). Зі скороченнями.*

*Г.А.Балл*

## **БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ЗАДАЧ**

*Описываются общенаучные понятия, необходимые, по мнению автора, для разработки теории задач, в том числе такие, как "система" "структура", "информация", "модель", "смысл", "воздействие", "операция", и выясняются соотношения между ними. Дается определение задачи как системы, обязательными компонентами которой являются:*

*а) предмет задачи, находящийся в некотором ("актуальном") состоянии; б) модель требуемого (не совпадающего с актуальным) состояния этого предмета. Проводится разграничение между задачами, их знаковыми моделями и смыслами этих моделей. Рассматриваются понятия о средствах, способах и процессах решения задач.*

Под общей теорией задач понимается общесистемная дисциплина, исследующая задачи, а также способы и процессы их решения безотносительно к предметной области, к которой относятся задачи, и к субстратным характеристикам решающих систем. Обоснованию целесообразности разработки такой теории и рассмотрению методологических вопросов, связанных с ее построением, посвящены статьи [1] и [2]. Элементы этой теории описаны в ряде публикаций (см., в частности, [1-12]) и получили применение в построении содержания и методов обучения пользователей ЭВМ и разработке диалоговых человеко-машинных систем - см. [4], [13-15].

В настоящей работе система базовых понятий общей теории задач (в предлагаемом автором варианте) впервые излагается в цельном виде.

## **1. Исходные понятия**

1.1. Для каждого выделяемого исследователем предмета А может быть указано два множества свойств (на языке логики - одноместных предикатов): множество  $U$  возможных свойств и множество  $V$  существенных свойств;  $U \supseteq V$ . Множество  $V$  предполагается конечным, множество  $U$  может быть и бесконечным. Множество  $V$  определяет сам предмет А: каждое из свойств, входящих в это множество, необходимо, а их совмещение достаточно, чтобы предмет А оставался самим собой. Свойства, принадлежащие множеству  $U$ , но не принадлежащие множеству  $V$ , могут появляться или исчезать, обуславливая переход предмета А из одного состояния в другое. Так, «человек может перекрасить волосы, оставаясь тем же самым человеком» [16].

1.2. Предметы (и состояния) могут быть индивидуальными и родовыми. Родовой предмет может быть описан как произвольный элемент множества индивидуальных предметов, заданного некоторым набором свойств (точнее, достаточным набором необходимых свойств).

1.3. Рассматриваются изменения предметов. Под изменением понимается превращение одного (начального) предмета в другой (конечный) или переход некоторого предмета из одного состояния в другое. Сохранение, возникновение, исчезновение предметов могут быть описаны, с формальной точки зрения, как частные виды их изменений.

1.4. Для множества, состоящего из  $n$  предметов, часто может быть указано  $n$ -арное отношение (на языке логики –  $n$ -местный предикат).

Частным видом отношений являются связи. Мы считаем, что два или большее число предметов связаны, если наличие или отсутствие некоторых свойств у одного (одних) из них является необходимым или достаточным условием наличия или отсутствия тех или иных свойств у другого (других) из них.

1.5. Множество предметов, рассматриваемое исследователем вместе с интересующими его отношениями между этими предметами, называется системой, а предметы, образующие указанное множество, – компонентами системы. Если система А служит компонентом системы В, то систему А можно назвать подсистемой системы В.

1.6. Мы выделяем следующие типы свойств системы.

А. Структурные свойства. Они характеризуют:

- а) отдельные компоненты системы, рассматриваемые каждый как единое целое;
- б) отношения *между* компонентами системы;
- в) отношения между отдельными компонентами и системой в целом.

Б. Функциональные свойства. Они характеризуют систему как единое целое, в том числе с точки зрения ее способности находиться в определенных отношениях с существующими вне ее предметами. К функциональным свойствам относятся, в

частности, свойства, характеризующие функционирование системы, т.е. происходящие с ней как с единым целым изменения, а также воздействия (см. п. 1.20), оказываемые ею на находящиеся вне ее предметы.

В. Субстратные свойства. Они характеризуют отдельные компоненты системы с точки зрения их внутреннего строения.

Приведем пример. Для молекулы некоторого вещества, рассматриваемой в качестве системы, химические элементы, входящие в ее состав, их атомные веса, их валентности (потенциально возможные и фактически проявляющиеся в данном случае), количество атомов каждого элемента, их расположение, характер связи между ними относятся к числу структурных свойств; устойчивость молекулы, ее способность к вступлению в различные реакции – к числу функциональных свойств; строение атомов, из которых состоит молекула, виды и свойства элементарных частиц, входящих в состав этих атомов, – к числу субстратных свойств.

1.7. Множество существенных структурных свойств системы мы называем ее структурой. К примеру, структурная формула вещества изображает структуру его молекулы, а социограмма – структуру малой социальной группы.

1.8. Наиболее общую количественную характеристику структуры системы А мы называем уровнем сложности этой системы. Принимается, что уровень сложности системы тем больше, чем больше компонентов входит в ее состав и чем больше количество и разнообразие свойств этих компонентов и существующих между ними отношений.

1.9. Множество существенных структурных свойств, общих для двух систем А и В, мы называем реальной информацией, которую каждая из этих систем несет о другой системе. Так, например, молекулы двух химических веществ, обладающие аналогичной структурой, несут реальную информацию друг о друге.

1.10. Наиболее общую количественную характеристику реальной информации мы называем объемом реальной информации.

Уровень сложности системы является верхним пределом объема реальной информации, которую она может нести о любой другой системе или которую любая другая система может нести о ней.

1.11. Реальная информация, которую система В несет о системе А, может использоваться некоторой активной системой Q. Это использование может состоять в усвоении указанной информации, т.е. в таком изменении системы Q, в результате которого она также будет нести эту информацию, либо в передаче этой информации некоторой системе R, либо в применении этой информации в качестве средства решения той или иной задачи (см. п. 2.6). В качестве системы Q (а также системы R) может выступать человек, животное, техническое устройство, человеко-машинная система, коллектив людей и т.п.

Система Q может, однако, не обладать средствами для выделения из структуры системы В подмножества этой структуры, представляющего собой реальную информацию о системе А. Она может также, даже обладая такими средствами, почему-либо не воспользоваться ими. В подобных случаях система Q может вместо реальной информации о системе А использовать в функции этой информации какое-либо иное подмножество структуры системы В.

Подмножество структуры системы В, которое используется (или может использоваться, или должно использоваться) системой Q в функции реальной информации о системе А, мы называем модельной информацией, которую система В несет о системе А для системы Q. Систему В мы называем при этом моделью системы А для системы Q, а систему А – моделируемой системой по отношению к модели В для системы Q.

Так, например, топографическая карта является для пользующегося ею человека моделью определенной местности. При этом модельную информацию о местности для этого человека образует вся совокупность структурных свойств карты, используемых им для получения представления о местности.

Модель может быть как вторична, так и первична по отношению к моделируемой системе. К примеру, чертеж можно считать моделью изображенного на нем изделия для работающего с этим чертежом человека как в том случае, когда чертеж выполнен по готовому изделию, так и в том, когда изделие изготавливается по чертежу.

1.12. Пусть система В есть модель системы А для активной системы Q. Пусть система А состоит из подсистем  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , а система В – из подсистем  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , причем каждая подсистема  $B_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) есть модель (для системы Q) соответствующей подсистемы  $A_i$ . При этом модельная информация, которую система В несет о подсистеме  $A_i$  системы А, вообще говоря, не исчерпывается модельной информацией, которую несет об этой подсистеме соответствующая ей подсистема  $B_i$  системы В. Эту последнюю информацию мы называем эксплицитной модельной информацией, которую модель В системы А несет о подсистеме  $A_i$  этой системы для системы Q. Ту же часть модельной информации, несомой моделью В о подсистеме  $A_i$ , которая не вошла в указанную эксплицитную информацию, мы называем имплицитной модельной информацией, которую модель В системы А несет о ее подсистеме  $A_i$  для системы Q.

Приведем пример. Изображение или описание какого-либо персонажа живописного или литературного произведения несет об этом персонаже эксплицитную информацию для зрителя или читателя, а другие компоненты произведения, так или иначе связанные с этим изображением или описанием, – имплицитную информацию об упомянутом персонаже.

1.13. Рассматриваются следующие параметры модельной информации, которую модель В несет о системе А для активной системы Q:

- а) объем модельной информации – ее наиболее общая количественная характеристика;
- б) адекватность модельной информации – величина, характеризующая близость рассматриваемой модельной

информации к реальной информации, которую система (модель) В несет о системе А;

в) полнота модельной информации, которая при прочих равных условиях тем больше, чем больше объем и адекватность рассматриваемой модельной информации, и тем меньше, чем сложнее моделируемая система А. Частным видом полноты модельной информации можно считать используемую в информатике характеристику "информативность вторичного документа", которая выражает "степень (меру) адекватного воспроизведения в нем содержательной и формальной структуры первичного документа" [17, с. 4].

1.14. Мы выделяем следующие типы моделей:

а) материальные – такие, для которых субстратные свойства (по крайней мере некоторые из них) являются существенными;

б) материализованные – такие, которые, хотя и обладают субстратными свойствами, но эти свойства не являются для них существенными (материализованными моделями служат печатные тексты, чертежи и т.п.);

в) идеальные – не обладающие субстратными свойствами.

Всякой идеальной модели соответствует несущая ее материальная или материализованная модель, например психической модели – некоторая система нервных процессов; понятийной модели, существующей в науке, – некоторая система текстов.

1.15. Вводится понятие знака. Знаком системы А для активной системы Q мы называем такой предмет S, который:

а) находится в некоторых связях с системами А и Q в рамках некоторой охватывающей их системы  $\Omega$  (так, например, слово "собака" связано с родовым предметом "собака" и с понимающим это слово человеком в рамках системы русского языка, носителем которого является этот человек);

б) с достаточно высокой вероятностью обеспечивает привлечение к использованию или формирование системой Q ее подсистемы Е, представляющей собой модель системы А для системы Q (так, например, воспринятое упомянутым человеком слово "собака" актуализирует имеющееся у него представление

или понятие о собаке). Систему А мы называем при этом денотатом знака, а модельную информацию, которую несет модель Е о системе А для системы Q, – смыслом знака S для системы Q.

Знак, вообще говоря, не совпадает со своим денотатом или какой-либо его моделью, хотя в частных случаях такое совпадение возможно.

1.16. Систему, все компоненты которой являются знаками (для некоторой активной системы Q) мы называем знаковой системой (для системы Q).

Модель какой-либо системы для активной системы Q мы называем знаковой моделью (для системы Q), если все компоненты этой модели являются знаками для системы Q. Знаковая модель представляет собой частный вид знаковой системы.

Рассматриваемую в целом знаковую модель В системы А для системы Q обычно можно считать также знаком моделируемой ею системы А для системы Q. Смысл этого знака мы называем смыслом знаковой модели.

Приведем простейший пример. В то время, как слово естественного языка служит, вообще говоря, лишь знаком обозначаемого им предмета, но не его моделью, составленное из слов предложение выступает уже в качестве знаковой модели описываемой в нем ситуации: в структуре этой ситуации предполагаются общие существенные свойства со структурой предложения.

1.17. Вводится понятие события, трактуемое весьма широко, как это принято, например, в теории вероятностей. В частности, то, что некоторый предмет находится в некотором состоянии или претерпевает некоторое изменение, мы рассматриваем как частные виды событий. События могут состоять также в воздействии одного предмета на другой (см. п. 1.20), во взаимодействии предметов и т.д.

1.18. Всякая модель В события А, рассматриваемого в качестве системы, несет модельную информацию (для некоторой активной системы Q), характеризующую с той или

иной адекватностью и полнотой структурные свойства события А. Вместе с тем модель В может обладать и такими структурными свойствами, которые соответствуют (или предполагаются соответствующими, вообще используются системой Q как соответствующие) некоторым функциональным свойствам события А, таким, в частности, как его отношение к реально существующему миру, а также к некоторой выполняющей особую роль активной системе, которую называют авторитетом. Множество такого рода структурных свойств модели В мы называем модальной информацией, которую несет модель В о системе (событий) А для системы Q. Мы выделяем также типы модальной информации – модальности моделей событий.

Для нас представляют интерес следующие 12 модальностей:

а) дескриптивные – "факт", "возможный факт", "отсутствие факта", "закономерность", "возможность", "невозможность";

б) деонтические – "требование", "разрешение", "запрещение";

в) оптативные – "рекомендация", "признание допустимым", "предостережение".

Деонтические и оптативные модальности предусматривают ссылку на авторитет, в качестве которого может выступать законодатель, начальник, учитель, социальная группа и т. д.

1.19. Всякую модель события, имеющую модальность "требования", мы называем императивной моделью, или императивом. Императив, представляющий собой знаковую модель, мы называем предписанием.

1.20. Воздействием предмета В на предмет А мы называем событие, состоящее в том, что некоторое состояние или изменение предмета В вызывает или предотвращает некоторое изменение предмета А. Предмет В мы называем в этом случае воздействующим предметом (воздействующей системой, если исследователь выделяет в нем те или иные компоненты), а предмет А – предметом воздействия.

1.21. Имеет смысл ввести понятие влияния, более широкое по сравнению с понятием воздействия. Мы говорим, что предмет В влияет на предмет А, во всех тех случаях, когда некоторое событие, имеющее место для предмета В, является причиной события, имеющего место для предмета А. Всякое воздействие является влиянием, но не всякое влияние – воздействием. Так, например, событие, состоящее в том, что некоторое состояние предмета В обеспечивает возможность некоторого состояния предмета А, – это влияние, но не воздействие.

1.22. При описании воздействий часто имеет смысл уделять специальное внимание тому, какие именно свойства воздействующей системы обеспечивают осуществление воздействий того или иного типа. Эти свойства мы называем операторами, а воздействующую систему, в которой они выделены, – «оперирующей системой».

Оператор всегда применяется к некоторому предмету – операнду. Мы говорим, что операнд К релевантен для оператора Х, если применение Х к К может привести к тому или иному изменению предмета К или какого-либо иного предмета. Например, релевантными операндами для оператора, состоящего в способности поставить операнд в повелительном наклонении, являются только глаголы.

Событие, состоящее в применении оператора к релевантному для него операнду, мы называем операцией. Операции описываются, например, следующими предложениями: "Ударить кием по бильярдному шару", "Возвести число 2 в квадрат". В этих предложениях подчеркнутые слова описывают операторы, а прочие слова описывают операнды.

Посредством одной и той же операции может осуществляться целый ряд воздействий. Например, посредством удара кием по шару этот и другой шар загоняются в лузу; кроме того, шары нагреваются, издается звук и т.п.

1.23. Воздействие оперирующей системы на некоторый предмет может быть либо непосредственным (в этом случае

операнд совпадает с предметом воздействия), либо опосредованным – тогда такого совпадения нет.

Возьмем простейший пример: "Пассажир нажал кнопку – кабина лифта опустилась на первый этаж". Воздействие пассажира на кабину лифта является опосредованным: операнд (кнопка) не совпадает с интересующим нас предметом воздействия (кабиной). Оператор обозначен здесь словом "нажал" и состоит в способности (умении) пассажира нажимать на что-либо.

1.24. Приведенное в п. 1.2 положение о том, что предметы могут быть индивидуальными и родовыми, относится, в частности, к операндам. Мы различаем индивидуальные и родовые операции в зависимости от того, являются ли их операнды индивидуальными или родовыми. Примером родовой операции может служить "открывание окна", а примером индивидуальной операции – "открывание этого окна".

1.25. Операцию, обязательно обеспечивающую совершенно определенное воздействие на некоторый предмет (т.е. вызывающую или предотвращающую совершенно определенное изменение этого предмета) мы называем эффективной (*термин "эффективный" употребляется здесь в смысле, близком к тому, какой обычно придается ему в математике*), а операцию, обеспечивающую такое воздействие с вероятностью, достаточно близкой к единице, – квазиэффективной. Для операций, обеспечивающих воздействие более чем на один предмет, вопрос об их эффективности или квазиэффективности должен решаться в отдельности по отношению к каждому потенциальному предмету воздействия.

Об эффективности или квазиэффективности операций имеет смысл говорить только по отношению к определенной оперирующей системе, осуществляющей эту операцию. Эффективные операции характерны для идеализированных оперирующих систем, рассматриваемых в различных теоретических построениях (разумеется, в таких системах могут быть предусмотрены и операции, не являющиеся эффективными). Бывают случаи, когда, описывая

функционирование реальных оперирующих систем (например, вычислительных машин), можно пренебречь их отличием от некоторых идеализированных оперирующих систем, осуществляющих только эффективные операции (например, от абстрактных цифровых автоматов того или иного типа). В этом смысле говорят об "абстракции безошибочности". Важно, однако, что при характеристике тех же реальных систем в других отношениях (например, при оценке надежности вычислительных машин) подобная абстракция неправомерна. При переходе от описаний функционирования технических систем к описаниям человеческой деятельности сфера применимости абстракции безошибочности сужается. Поэтому понятие квазиэффективной операции оказывается здесь наиболее полезным.

1.26. Пусть операторы и операнды квазиэффективной операции  $a$  и эффективной операции  $a_0$  соответственно совпадают. Пусть, кроме того, операция  $a$  с вероятностью, достаточно близкой к единице, обеспечивает то же воздействие (или те же воздействия), которое (которые) обязательно обеспечивает операция  $a_0$ . В этом случае мы называем эффективную операцию  $a_0$  эталонной операцией для квазиэффективной операции  $a$ .

1.27. Как следует из сказанного выше, мы понимаем под операцией элемент функционирования оперирующей системы, рассматриваемый в отвлечении от его результатов (учитываемых с помощью понятия "воздействие") и от возможных целей оперирующей системы.

При использовании термина "операция" в разных областях науки процессуальный и результативный аспекты его смысла, как правило, явным образом не разграничиваются. Между тем пренебрегать их различием допустимо, лишь описывая операции, которые одновременно являются: а) обеспечивающими воздействие только на один предмет; б) обеспечивающими непосредственное воздействие на этот предмет; в) эффективными (или по крайней мере

квазиэффективными, но в этом последнем случае необходимо сделать соответствующие оговорки).

1.28. При исследовании реальных процессов функционирования активных систем, в том числе при исследовании человеческой деятельности, приходится иметь дело с разнообразными системами изменений, воздействий и операций. Такие системы удобно изображать с помощью ориентированных графов. Важно не смешивать системы изменений (т.е. превращений предметов или их переходов из одних состояний в другие) и системы операций (т.е. актов применения оперирующей системой тех или иных ее "способностей"). Весьма распространены ситуации, когда одиночная операция вызывает систему изменений, и другие ситуации, когда для обеспечения одного определенного изменения, для осуществления воздействия требуется система операций.

Систему операций (в частном случае – отдельную операцию), которая осуществляется (или может осуществляться, или должна осуществляться) некоторой оперирующей системой и посредством которой реализуется (или может быть реализовано) воздействие этой системы на тот или иной предмет, мы называем способом этого воздействия.

1.29. Если входы и выходы двух графов, один из которых изображает систему изменений  $F$ , а другой – систему изменений  $G$ , соответственно идентичны, то системы изменений  $F$  и  $G$  мы называем эквивалентными. Аналогично одиночное изменение  $L$  эквивалентно системе изменений  $F$ , если граф, изображающий  $F$ , имеет своим входом начальный предмет, а выходом – конечный предмет изменения  $L$ .

1.30. Вводится понятие процедуры. Под процедурой мы понимаем систему операций, обладающую указанными ниже свойствами.

А. Ориентированный граф, изображающий процедуру, является связным и имеет только один вход.

Б. Пусть из некоторой вершины  $a$  такого графа исходит  $n$  дуг ( $n > 1$ ), заходящих соответственно в вершины  $b_1, b_2, \dots, b_n$ .

Пусть  $x_i$ , где  $i=1,2,\dots,n$ , есть высказывание «Непосредственно вслед за операцией  $a$  осуществляется операция  $b_i$ ». В таком случае высказывание, сообщающее об операции или операциях, осуществляемых в данной системе операций непосредственно вслед за операцией  $a$ , построено из всех  $n$  высказываний с помощью логических операций конъюнкции и строгой дизъюнкции.

Логическая операция конъюнкции соответствует параллельному выполнению вслед за операцией  $a$  нескольких операций  $b_i$ , т.е. распараллеливанию процедуры, а логическая операция строгой дизъюнкции – выполнению вслед за операцией  $a$  либо 1-й, либо 2-й, ..., либо  $n$ -й из  $n$  указанных операций (и/или групп параллельно выполняемых операций), т.е. разветвлению процедуры.

1.31. То, какая именно операция (или группа параллельно выполняемых операций) осуществляется при разветвлении процедуры вслед за данной операцией, может однозначно определяться тем, выполняются ли некоторые четкие условия, содержащие ссылки на тот или иной признак (признаки) какого-либо предмета (предметов). Разветвления, обладающие этим свойством, мы называем однозначно детерминированными, а все прочие разветвления – неоднозначно детерминированными.

Процедуру, не содержащую ни распараллеливаний, ни разветвлений, мы называем линейной. Одиночную операцию можно рассматривать как частный (вырожденный) вид линейной процедуры.

1.32. Мы называем процедуру алгоритмической, если она состоит из эффективных операций и не содержит неоднозначно детерминированных разветвлений.

К алгоритмическим процедурам приближаются по своим свойствам квазиалгоритмические процедуры. Они состоят из квазиэффективных операций или из эффективных и квазиэффективных операций. Квазиалгоритмическая процедура, вообще говоря, может содержать неоднозначно детерминированные разветвления, но то, какая именно операция (или группа параллельно выполняемых операций)

осуществляется при таком разветвлении вслед за данной операцией, с достаточно высокой вероятностью определяется тем, выполняются ли условия того типа, который был описан в п. 1.31 при характеристике однозначно детерминированных разветвлений.

1.33. Вводится понятие алгоритма. Мы называем алгоритмом императивную модель алгоритмической процедуры, при условии, что хотя бы одна из входящих в состав этой процедуры операций является родовой. Такое понятие алгоритма весьма близко к одноименному понятию, используемому в математике и кибернетике (речь идет, конечно, о том понятии алгоритма, которое математики называют «интуитивным», а не о тех или иных его экспликациях).

По сравнению с конкретизациями понятия алгоритма, обычно используемыми в вычислительной технике и других областях, наше понятие алгоритма является обобщенным в следующих отношениях:

а) допускаются разветвления не только по двум, но по любому конечному числу направлений;

б) алгоритм может предусматривать распараллеливания процедуры;

в) понятие алгоритма распространяется и на такие императивы (обладающие указанными выше свойствами), которые не являются знаковыми моделями или знаковая природа которых не фиксируется исследователем.

1.34. Если рассматриваются процедуры, которые должны выполняться реальными системами, и если абстракция безошибочности неприменима, то надо говорить не об алгоритмах, а о квазиалгоритмах. Мы называем квазиалгоритмом императивную модель квазиалгоритмической процедуры, при условии, что хотя бы одна из входящих в состав этой процедуры операций является родовой.

Главной сферой применения понятия «квазиалгоритм» являются предписания, выполняемые людьми.

1.35. Пусть всякой операции  $a_o$ , предписываемой алгоритмом  $A_0$  (напомним, что операция  $a_0$  обязательно

эффективна), соответствует в квазиалгоритме  $A$  операция  $a$ , такая, что:

а) операторы и операнды операций  $a$  и  $a_0$  соответственно совпадают;

б) операция  $a$  также эффективна или же она квазиэффективна, но при этом операция  $a_0$  является для нее эталонной.

В таком случае мы называем алгоритм  $A_0$  эталонным алгоритмом для квазиалгоритма  $A$ .

## **2. Понятия, описывающие общие свойства задач и связанных с ними объектов**

2.1. Из множества возможных в принципе состояний различных предметов мы выделяем их требуемые состояния, т.е. такие состояния, для которых являются адекватными описания в модальности "требование". Любое состояние (фактическое или воображаемое), которое противопоставляется требуемому состоянию и из которого может или должен быть осуществлен переход в требуемое состояние, мы называем актуальным состоянием.

Всякий предмет, для которого рассматриваются (исследователем) не совпадающие друг с другом актуальное и требуемое состояния, мы называем предметом задачи.

2.2. Мы рассматриваем задачу как систему, обязательными компонентами которой являются: а) предмет задачи, находящийся в актуальном состоянии (или, как мы будем говорить в дальнейшем, актуальный предмет задачи); б) императивная модель требуемого состояния предмета задачи (эту модель мы называем требованием задачи).

Введенное понятие задачи (для его обозначения мы будем пользоваться также термином «задачная система») является весьма широким. Оно в равной мере пригодно для задач, рассматриваемых в разных отраслях психологии, а также в нейрофизиологии, социологии, педагогике, кибернетике. Вместе с тем, оно четко указывает специфику систем, представляющих собой задачи.

2.3. Мы считаем необходимым различать следующие категории объектов:

а) задачные ситуации – эмпирически фиксируемые явления реальной действительности, специфика которых допускает их системное представление в виде задач;

б) осуществляемые исследователем системные представления задачных ситуаций (объектам именно этой категории мы ставим в соответствие термин "задача");

в) знаковые модели задач, в том числе их словесные формулировки;

г) смыслы этих знаковых моделей.

Одной знаковой модели могут соответствовать различные задачи, а одной задаче – различные знаковые модели. Эти модели могут быть как синонимичными (идентичными по смыслу), так и несинонимичными.

2.4. Вводится понятие псевдозадачной формулировки. Так мы называем текст, который внешне напоминает формулировку задачи, но в действительности не является ею, поскольку не описывает никакой задачной системы. Псевдозадачная формулировка имеет место, скажем, в том случае, если (мы используем пример Л.М.Фридмана [18, с. 33]) "даны несколько иррациональных чисел и ставится вопрос, какие из них четные".

2.5. Решение задачи мы трактуем как изменение предмета задачи, состоящее в его переходе из актуального состояния в требуемое. Требуемое состояние предмета задачи, достигаемое в результате такого изменения, мы называем решением-результатом соответствующей задачи.

2.6. Обычно рассматриваются решения задач, обеспечиваемые теми или иными воздействующими системами. Воздействующую систему, которая обеспечивает, может обеспечивать или должна обеспечивать решение задачи, мы называем решающей системой. В качестве решающих систем могут выступать животные, люди, коллективы людей, вычислительные машины, человеко-машинные системы и т.п.

Решающая система характеризуется совокупностью средств решения, которыми она располагает. Понятие средств

решения охватывает операторы, которыми располагает решающая система, а также привлекаемые ею операнды, дополнительные к тем, которые имеются в предмете задачи.

Всякая реальная решающая система обладает некоторыми ограниченными ресурсами. К ним относятся расходуемые средства решения, находящиеся в распоряжении решающей системы, а также время, на протяжении которого эти средства могут быть использованы.

2.7. Задача (задачная система), как она описана в п.2.2, может рассматриваться исследователем двояким образом:

а) в отвлечении от решающей системы – в этом случае мы говорим о неотнесенной задаче;

б) без такого отвлечения, т.е. по отношению к некоторой решающей системе, – при этом мы говорим об отнесенной задаче.

Если неотнесенная задача обозначается символом  $M$ , а решающая система – символом  $Q$ , то соответствующую отнесенную задачу мы обозначаем  $M_Q$ . Неотнесенная задача  $M$  и отнесенная задача  $M_Q$  – это разные предметы, соответствующие одному и тому же объекту. Для предмета  $M$  существенными являются только структурные свойства задачной системы, а для предмета  $M_Q$  также и некоторые ее функциональные свойства, в первую очередь те, которые характеризуют отношения между нею и системой  $Q$ . Эти последние свойства являются в то же время структурными свойствами системы решения задачи  $\{M, Q\}$ , охватывающей задачную систему  $M$  и решающую систему  $Q$ . Частным видом системы решения задачи можно считать рассматриваемую рядом авторов (В.М.Бондаровская, Е.И.Машбиц и др.) систему "человек-задача".

Следует учесть, что при рассмотрении отнюдь не любых задачных систем возможно абстрагирование от характеристик решающей системы. Оно невозможно, в частности, тогда, когда предмет задачи совпадает с решающей системой или является ее подсистемой. Типичный пример – задачи самовоспитания. Таковы же и те учебные задачи, "где цель формулируется в виде требования к самому субъекту (например, "выучить то-то)" [19,

с. 133]. Все подобные задачи можно рассматривать только в качестве отнесенных.

2.8. Под способом решения задачи мы понимаем систему операций, которая осуществляется (или может осуществляться, или должна осуществляться) решающей системой и которая обеспечивает или может обеспечивать решение рассматриваемой задачи.

В частном случае способ решения задачи представляет собой алгоритмическую или квазиалгоритмическую процедуру – такой способ мы называем соответственно алгоритмическим способом решения или квазиалгоритмическим способом решения.

Способ решения задачи как таковой нужно отличать от императивной модели этого способа, имеющейся в решающей системе и относящейся к числу средств решения задач.

В состав способа решения задачи, отнесенной к человеку, наряду с операциями, непосредственно обеспечивающими преобразование предмета задачи, входят также операции, обеспечивающие ориентировку в ситуации (анализ предмета задачи), планирование последующих операций и контроль достигаемых результатов.

2.9. Процесс решения задачи мы определяем как фрагмент функционирования решающей системы, осуществляемый ею при решении рассматриваемой задачи или с целью ее решения.

2.10. Неотнесенную задачу  $N$  мы называем подзадачей неотнесенной задачи  $M$ , если решение задачи  $N$  входит в фактически осуществляющуюся или запланированную систему изменений, эквивалентную решению задачи  $M$ .

Приведем пример. Если решение алгебраического уравнения начинается с его приведения к канонической форме, то задача приведения уравнения к канонической форме выступает в качестве подзадачи задачи решения уравнения.

2.11. Применительно к отнесённым задачам оказывается полезным ввести два понятия подзадачи.

Отнесенную задачу  $N_Q$  мы называем ситуационной подзадачей отнесенной задачи  $M_Q$ , если решение задачи  $N_Q$ ,

обеспечиваемое решающей системой  $Q$ , входит в систему изменений, обеспечиваемую этой решающей системой и эквивалентную решению задачи  $M_Q$ .

Отнесенную задачу  $N_Q$  мы называем операционной подзадачей отнесенной задачи  $M_Q$ , если способ решения задачи  $N_Q$  входит в способ решения задачи  $M_Q$  (является подсистемой этого способа).

Воспроизведем принадлежащую Д.Поля характеристику так называемых вспомогательных задач: "Вспомогательная задача – это такая задача, которой мы вынуждены уделять внимание или над которой мы должны работать не ради ее самой, но из-за того, что такое внимание или работа могут помочь нам решить другую задачу" [20, с. 220]. Такого рода "вспомогательная задача" лишь в некоторых случаях представляет собой ситуационную подзадачу основной задачи, но всегда может быть рассмотрена как ее операционная подзадача (при условии, что она предлагается для решения после предъявления основной задачи).

2.12. Задачу (неотнесенную или отнесенную), требование которой состоит в выяснении того, выполнено ли требование неотнесенной задачи  $M$  (или отнесенной задачи  $M_Q$ ), мы называем контрольной задачей для задачи  $M$  (или  $M_Q$ ).

Задачу (неотнесенную или отнесенную), требование которой состоит в выяснении того, может ли быть выполнено требование неотнесенной задачи  $M$  (или отнесенной задачи  $M_Q$ ), мы называем задачей разрешимости для задачи  $M$  (или  $M_Q$ ).

Вводится также понятие задачи нахождения способа решения для отнесенной задачи  $M_Q$ . Заметим, что вовсе не обязательно, чтобы задача нахождения способа решения для задачи решалась системой  $Q$ . Так, например, человек составляет алгоритм, согласно которому вычислительная машина решает задачу.

2.13. Помимо обязательных компонентов, а именно актуального предмета задачи и ее требования (см. п. 2.2), в состав задачи может входить одна или большее число моделей, несущих модельную информацию, которую мы называем

информацией, относящейся к решению задачи. Это может быть, в частности, информация об изменениях, входящих в систему изменений, эквивалентную решению задачи, о подзадачах данной задачи, а если задача рассматривается как отнесенная, то также об операциях и процедурах решающей системы, об используемых ею средствах решения задачи. В формулировке задачи информация указанного характера выражается обычно с помощью некоторых частей этой формулировки, которые мы называем указаниями по решению задачи. Модальность таких указаний может быть различна.

Так, в формулировке "Решить уравнение  $x^3 + x^2 - 6x = 0$  (целесообразно прежде всего разложить левую часть на множители)" предложение, стоящее в скобках, представляет собой указание в модальности "рекомендация".

### Література

1. Балл Г. А. К разработке системы основных понятий проблемологии. – Математические и информационные модели управления наукой. – Киев: ИК АН УССР, 1972, с. 17-28.
2. Балл Г. О. Вихідні поняття і способи розробки загальної теорії розв'язування задач. – Філософська думка, 1973, № 3, с. 40-45.
3. Балл Г. А., Довгялло А.М. К уточнению понятия задачи. – Науковедение, прогнозирование и информатика. Киев: ИК АН УССР, 1970, вып. 2, с. 51-57.
4. Глушков В. М. и др. Человек и вычислительная техника.- Киев: Наук, думка, 1971.- 292 с.
5. Балл Г. О. Про поняття задачі та типології задач.- Психологія, Київ ; Радянська школа, вип. 13,с. 41-49.
6. Балл Г. А. О понятиях "воздействие", "действие" и "операция".- Вопросы психологии, 1974, № 4, с. 10-20.
7. Балл Г. А. О системе основных понятий теории задач.- Теория задач и способов их решения.- Киев: ИК АН УССР, 1974, с. 57-68.
8. Балл Г. А. О применении понятий "процедура", "алгоритм" и "квазиалгоритм" для описания функционирования активных систем - Теория задач и способов их решения.- Киев: ИК АН УССР, 1974, с. 69-81.
9. Войтко В. І., Балл Г.О. Узагальнена інтерпретація поняття моделі-Філософська думка, 1976, № 1, с. 58-64.

10. Войтко В. И., Балл Г.А. Общенаучное понятие модели и возможности его применения в педагогических исследованиях// Вопросы повышения эффективности теоретических исследований в педагогической науке – Москва : НИИ общей педагогики АПН СССР, 1976, ч.1, с. 88-91.
11. Костюк Г. С., Балл Г.А. Основные понятия задачного подхода и их использование в исследовании учебной деятельности.- Программированное обучение, Киев: Вища школа, 1977, вып.14, с. 17-24.
12. Костюк Г. С., Балл Г. А. Категория задачи и ее значение для психолого-педагогических исследований.- Вопросы психологии, 1977, № 3, с. 12-23.
13. Балл Г. А. и др. "Задачный подход" к обучению пользователей ЭЦВМ.- Диалоговые и обучающие системы.- Киев: ИК АН УССР, 1973, с. 122-129.
14. Брановицкий В. Й. Вопросы исследования диалоговых систем, ориентированных на массового пользователя: Автореф. дисс.канд. техн. наук.- Киев: 1975.- 26 с.
15. Решение задач обработки данных с помощью ЭВМ./ Под ред.В.М.Глушкова и др.- Киев: Вища школа, 1978.- 250 с.
16. Уемов А. И. Предмет.- Философская энциклопедия в 5 т.- М.: 1967, т. 4, с. 356-357.
17. Леонов В. П. Некоторые аспекты проблемы информатизации - НТИ. Сер. 2, 1972, № 3, с. 3-6.
18. Фридман Л. М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач.- Москва: Педагогика, 1977.- 208 с.
19. Машбиц Е. И. Роль задачи в учебной деятельности.- Применение ЭЦВМ для автоматизации обучения и управления учебными заведениями.- Киев: ИК АН УССР, 1972, с. 131-138.
20. Пойа Д. Математическое открытие.- М.: Наука, 1970.- 452 с.

*Впервые опубликовано: Препринт-79-23. – К., Институт кибернетики, 1979.*