

8. *Гладков Л.А., Гладкова Н.В.* Особенности использования нечетких генетических алгоритмов для решения задач оптимизации и управления // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 4 (93). – С. 130-136.
9. *Курейчик В.М., Кажаров А.А.* Муравьиные алгоритмы для решения транспортных задач. // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2010. – № 1. – С. 32-45.
10. *Берёза А.Н., Стороженко А.С.* Комбинированный многопопуляционный муравьиный генетический алгоритм // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 9 (86). – С. 24-31.
11. *Кажаров А.А., Рокотянский А.А.* Разработка среды маршрутизации грузоперевозок // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 4 (93). – С. 174-181.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Я.Е. Ромм.

Гладков Леонид Анатольевич – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»; e-mail: leo@tsure.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371625; кафедра систем автоматизированного проектирования; доцент.

Гладкова Надежда Викторовна – тел.: 88634393260; кафедра дискретной математики и методов оптимизации; старший преподаватель.

Gladkov Leonid Anatol'evich – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: leo@tsure.ru; 44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371625; the department of computer aided design; associate professor.

Gladkova Nadezhda Viktorovna – phone: +78634393260; the department of discrete mathematics and optimization methods; senior teacher.

УДК 681.322

С.Н. Никольский, И.Ф. Сурженко

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТНОШЕНИЯ «ЦЕЛЬ-РЕЗУЛЬТАТ»

Исследуется отношение «цель-результат»; исследование проводится на основе онтологического подхода к анализу этого отношения; показано, что оно аналогично семантическому отношению «выражение-значение». Важность понятия «цель» для развития научной точки зрения на проблему отличия «живого» от «не живого» отмечали Н. Винер, П.К. Анохин, Р. Акофф и другие исследователи, работы которых составляют основу для продолжения исследований в области синтеза интеллектуальных систем. Однако философское понимание цели сильно затрудняло применение этого важного понятия для практики синтеза интеллектуальных динамических систем до тех пор, пока М. Месарович не определил цель как задачу принятия решений.

Цель; целеустремленное поведение; отношение «цель-результат»; семантическое отношение «выражение-значение»; интеллектуальные динамические системы.

S.N. Nikolsky, I.F. Surgenko

ONTOLOGICAL ANALYSIS OF “GOAL-RESULT” RELATION

The relation “goal-result” is analyzed, the analysis is made on the base of ontological approach, it is shown, that this relation is in analogy with semantic relation “expression-meaning”. The importance of the concept of “purpose” for the development of the scientific point of view on the problem of differences between “alive” from the “not alive” noted by N. Viner, P.K. Anohin, R. Akoff and other researchers, whose work is the basis for continued research in the field of syn-

thesis of intellectual , developing systems. However, the philosophical sense of purpose strongly complicated application of this important concept for the practice of synthesis of intellectual dynamic systems as long as M. Mesarovich not defined the goal as a problem of decision making.

Purposeful behavior; relation "goal-result"; semantical relation "expression-meaning"; intellectual dynamic systems.

Введение. Цель является философской категорией, имеющей прямое отношение к *существованию*, т.е. *онтологии* процессов и действий. Она играет существенную роль в кибернетике, научном менеджменте, теории управления и исследованиях в области целенаправленного, т.е. интеллектуального, поведения, где оно принимает форму понятий *результата, цели и идеала* [1, 2, 4, 5].

Принятые в исследованиях по целенаправленному поведению определения цели имеют вид следующих концептуальных отождествлений:

- ◆ цель есть результат действия [2, 4]
- ◆ цель есть объект, на который направлено действие [1, 5]
- ◆ цель есть задача принятия решений [3].

Определение цели в [3] отражает точку зрения М. Месаровича на особенность поведения целенаправленных систем, состоящую в том, что *внешнее* поведение (Н-поведение) таких систем определяется их некоторой *внутренней характеристикой*, т.е. *внутренним* поведением (In-ведением). По М. Месаровичу, *внутреннее* поведение имеет форму *процесса принятия решений* со структурой информационных связей, организованной в виде двухуровневой иерархии управления в смысле координации [3].

Такого рода двойственность *внутреннего и внешнего* в целостном поведении является общей особенностью для таких объектов исследования как биологические и социально-экономические системы и организации, относящиеся к классу кибернетических систем [1, 5, 6].

Постановка задачи. Понятие *цели* связано с понятием *результата* отношением «*цель-результат*». Это отношение имеет смысл *генетического* определения понятия, в виде утверждения «*цель достигнута, если после совершения определенного действия получен соответствующий ей результат*». Проведем анализ этого отношения, считая, что «цель есть объект» [1, 5] и «результат есть объект» [2, 4]. Для этого представим генетическое определение результата в виде следующей модели действия [12]:

$$\langle ob_1, t_1 \rangle \xrightarrow{F} \langle ob_2, t_2 \rangle, \quad (1)$$

где $V(ob)$ – совокупность объектов, $V(f)$ – совокупность действий над объектами из $V(ob)$, $t_1, t_2 \in T$ – множество моментов времени и $t_1 < t_2$.

Диаграмма (1) представляет действие $F \in V(f)$, реализация которого на промежутке $[t_1, t_2]$ приводит к осуществлению результата, т.е. к достижению цели, и задает Н-поведение в $V(ob) \times T$, носителем которого является множество $V(ob)$.

Обозначим через C множество целей. Пусть $c \in C$ есть некоторая цель. Согласно [1, 5], цель $c \in C$ есть *объект* ob_1 , к которому применяется действие F , а согласно [4] цель $c \in C$ есть *объект* ob_2 – *результат действия* F . Следовательно, в первом случае цель c отнесена к моменту времени t_1 , а во втором, к моменту t_2 .

Тогда в диаграмме (1) одновременно возможны два равенства:

$$c = ob_1 \text{ и } c = ob_2 \quad (2)$$

С онтологической точки зрения, связь целей из C с моментами времени $t_1, t_2 \in T$ состоит в том, что t_1 есть *момент возникновения*, а t_2 – *момент достижения цели* $c \in C$. Следовательно, парам $\langle ob_1, t_1 \rangle, \langle ob_2, t_2 \rangle$ из $V(ob) \times T$, которые присутствуют в диаграмме (1) соответствуют пары $\langle c, t_1 \rangle, \langle c, t_2 \rangle$ из $C \times T$, соответствующие тому, что цель $c \in C$ *возникает* в момент времени t_1 и *достигается* в момент времени t_2 .

В настоящей работе основное внимание сосредоточено на анализе непротиворечивости онтологии целей и установлении связи отношения «цель результат» с семантикой языка формирования целей.

Онтологический анализ отношения «цель и результат». Рассмотрим предикат существования:

$$E(x,t) = \langle x \text{ существует в момент времени } t \rangle$$

в качестве условия, задающего онтологию в H - области значений переменной x , как функцию

$$\psi_L: H \times T \rightarrow \{0,1\}$$

определенную на $H \times T$. Онтология, порожаемая предикатом $E(x,t)$ является динамической и отражает существование элементов из H во времени T .

Если $H = V(\text{ob})$, то онтологию будем называть онтологией объектов или H -онтологией и обозначать как $\text{Ont} [\text{Ob}]$. Если $H = C$, то онтологию будем называть онтологией целей или In -онтологией и обозначать $\text{Ont} [C]$. Исходя из отношения причинности онтология $\text{Ont} [\text{Ob}]$ для диаграммы (1) определяется в виде следующих логических условий

Условия существования объектов

$$t = t_1 \psi_L(E(\text{ob}_1, t_1)) = 1, \psi_L(E(\text{ob}_2, t_1)) = 0$$

$$t = t_2 \psi_L(E(\text{ob}_2, t_2)) = 1, \psi_L(E(\text{ob}_1, t_2)) = 0$$

Онтология $\text{Ont} [C]$ для диаграммы (1) определяется логическими условиями:

Условия существования целей

$$t = t_1 \quad \psi_L(E(c, t_1)) = 1 - \text{возникновение цели}$$

$$t = t_2 \quad \psi_L(E(c, t_2)) = 1 - \text{достижение цели}$$

Пусть $t = t_1$. Тогда в силу онтологии $\text{Ont} [\text{Ob}]$ для диаграммы (1) цель как объект удовлетворяет условию

$$t = t_1 \quad c = \text{ob}_1 \quad \psi_L(E(c, t_1)) = \psi_L(E(\text{ob}_1, t_1)) = 1$$

а для цели как объекта-результата выполнено условие

$$t = t_1 \quad c = \text{ob}_2 \psi_L(E(c, t_1)) = \psi_L(E(\text{ob}_2, t_1)) = 0$$

Значит онтология $\text{Ont} [\text{Ob}]$ для диаграммы (1) приводит к противоречию в логических условиях возникновения цели в онтологии $\text{Ont} [C]$, а именно

$$\psi_L(E(c, t_1)) = \psi_L(E(\text{ob}_1, t_1)) = 1$$

$$\psi_L(E(c, t_1)) = \psi_L(E(\text{ob}_2, t_1)) = 0$$

Если цель $c \in C$ отнесена к моменту времени t_1 , то противоречие возникает для условия возникновения цели $\psi_L(E(c, t_1)) = 1$ на объекте ob_2 . Таким образом, справедливо следующее:

Утверждение 1. Если равенства (2) выполнены одновременно, то онтология $\text{Ont} [C]$ противоречива в момент времени t_1 .

Смысл Утверждения 1 состоит в том, что если объекты ob_1 и ob_2 , связанные действием F , рассматриваются как цели, то они не могут быть элементами $V(\text{ob})$ одновременно. Таким образом, точка зрения из [1, 5] находится в противоречии с точкой зрения [2, 4].

Если онтология $\text{Ont} [C]$ не допускает противоречия в момент времени t_1 , то будем называть ее непротиворечивой.

Следствие 1: Онтология $\text{Ont} [C]$ непротиворечива, если равенства (2)

$$c = \text{ob}_1, c = \text{ob}_2$$

не могут выполняться в один и тот же момент времени t .

Обратимся к вопросу, к какому определению цели, приводит предположение, что соответствующая ей онтология $\text{Ont}[C]$ непротиворечива. Очевидно, что в интуитивном смысле таким определением является определение из [3], относящее цель к внутреннему поведению. Анализ этого определения был проведен в [7].

Пусть $V^\circ(\text{ob})$ есть некоторое множество такое, что $c \in C \subseteq V^\circ(\text{ob})$ и для цели c выполнены условия *возникновения* цели

$$\psi_L(E(c, t_1)) = 1$$

т.е. цель c отнесена к моменту времени t_1 . Рассмотрим множество

$$V(\text{ob}) \times \{t_2\} = \{\text{ob} \in V(\text{ob}) \mid \psi_L(E(\text{ob}, t_2)) = 1\}$$

Так как цель $c \in C$ отнесена к моменту времени t_1 , то Следствие 1 дает, что $c \notin \text{ob}$ для любого $\text{ob} \in V(\text{ob}) \times \{t_2\}$. Следовательно, $c \notin V(\text{ob}) \times \{t_2\}$.

В силу произвольности t_2 отсюда следует, что $c \notin V(\text{ob}) \times \{t_2\}$ для любого момента времени t_2 , $t_1 < t_2$. Тогда в силу произвольности t_1 верно, что $c \notin V(\text{ob}) \times T$. Таким образом, справедливо следующее утверждение.

Утверждение 2. Пусть цель $c \in C$ отнесена к моменту времени t_1 , т.е. c удовлетворяет условию *возникновения*

$$\psi_L(E(c, t_1)) = 1. \text{ Тогда } c \notin V(\text{ob}) \times T.$$

В силу произвольности $c \in C$ справедливо следующее следствие.

Следствие 2. $V^\circ(\text{ob}) \cap V(\text{ob}) = \emptyset$.

Данное следствие означает, что цель, как элемент $V^\circ(\text{ob})$ не является объектом из $V(\text{ob})$. Для того, чтобы определить цели как элементы множества $V^\circ(\text{ob})$ используем следующее определение [8].

Определение 1. Формальной переменной над алгебраической системой

$$\Sigma = \langle A, F, R \rangle$$

называется символ, не принадлежащий множеству A элементов этой системы.

В силу Определения 1 любая цель $c \notin V(\text{ob}) \times T$. Однако цель c связана с $V(\text{ob})$ отношением достижимости. Это означает, что символ c может рассматриваться как формальная переменная со значениями в $V(\text{ob})$. Тогда вместе с символами сигнатуры из F и R совокупность $V^\circ(\text{ob})$ есть совокупность формальных выражений над $V(\text{ob})$. Это приводит к следующему определению цели как элемента *внутреннего поведения*.

Определение 2. Цель в момент времени t_1 есть пара (c, t_2) , $t_1 < t_2$,

$$c \in C \subseteq V^\circ(\text{ob}).$$

Таким образом, *цель есть выражение, отнесенное к моменту времени t_1 и определяющее цель-объект как свое значения в момент времени t_2* . Онтология Ont [C] оказывается *онтологией выражений над объектами*.

Следовательно, непротиворечивость онтологии Ont [C] предполагает, что *цели и объекты существуют в разных смыслах, а отношение «цель-результат» аналогично семантическому отношению «выражение-значение»*. Если *выражение* рассматривать как *модель значения*, то внутреннее целенаправленное поведение должно включать процесс моделирования.

Заключение. Пара множеств $V^\circ(\text{ob})$ и $V(\text{ob})$, где $V(\text{ob})$ относится к Ont [Ob] и In -ведению, а $V^\circ(\text{ob})$ к Ont [C] и In -ведению, отражает *двойственность* целенаправленного поведения в целом. В алгебраическом смысле известным примером такого рода пары является *кольцо многочленов* (Ont [C]) над *полем* (Ont [Ob]). В общем случае цель, как элемент *внутреннего поведения*, есть *выражение*, построенное в некотором языке, которое можно рассматривать как *модель объекта-результата* из $V(\text{ob})$, действие на котором относится к *внешнему* поведению. Следовательно, моделирование целенаправленного поведения требует языка, учитывающего обнаруженную *двойственность*. Такой язык является решением задачи *автоматизации проектирования*, которая представляет собой *моделирование процесса моделирования* [9]. Одно из возможных решений этой задачи, основанное на использовании метаонтологий и приводящее к структурным системным типам, которые связаны с абстрактными типами данных и задачами принятия решений, рассмотрено в работах [10–13].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Розенблют А., Винер Н., Биглоу Дж.* Поведение, целенаправленность и телеология. В кн. Н. Винер «Кибернетика». – М.: Наука, 1983.
2. *Акофф Р., Эмери Ф.* О целеустремленных системах. – М.: Советское радио, 1974.
3. *Месарович М., Мако Д., Такахара Я.* Теория многоуровневых иерархических систем. – М.: Мир, 1973.
4. *Анохин П.К.* Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Медицина, 1975.
5. *Черчмен У., Акофф Р., Арноф Л.* Введение в исследование операций. – М.: Наука, 1968.
6. *Саймон Г.* Науки об искусственном: Пер. с англ. – М., Мир, 1972.
7. *Nikolsky S.N.* The Peculiarities of Purposeful Behaviour Formalization. J. System analysis // Modeling, Simulation. 3 (1986) 4. – P. 359-364.
8. *Ахо А.В., Хоккрофт Д.Э., Ульман Дж. Д.* Построение и анализ вычислительных алгоритмов. – М.: Мир, 1979.
9. *Никольский С.Н.* Модели процесса моделирования: концептуальные метабазисы и модели значений // Известия ТРТУ. – 2005. – № 3. – С. 88-94.
10. *Никольский С.Н.* Системные модели организаций в задачах автоматизации // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2006. – № 1. – С. 45-51.
11. *Никольский С.Н.* Онтологические модели жизненного цикла информационно-управляющих систем. Сибирское отделение РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ-2007), 14-16 сентября 2007 года, г. Новосибирск.
12. *Kulba V., Nikolsky S., Zaikine O.* Ontological approach to modeling of discrete event dynamic system // Bulletin of the Polish Academy of Sciences. Technical Sciences. – 2009. – Vol. 57, Issue 3, September. Modeling and optimization of manufacturing systems. – P. 241-247. ([http://www.ippt.gov.pl/~bulletin/\(57-3\)241.html](http://www.ippt.gov.pl/~bulletin/(57-3)241.html)).
13. *Kulba V., Nikolsky S.* Metaontology DEDS: Operational dynamic system on classes // J. Management and Production Engineering Review. – 2011. – Vol. 2, № 3, September. – P. 28-34.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Я.Е. Ромм.

Никольский Сергей Николаевич – Московский институт электроники и математики Научно-исследовательского университета «Высшая школа экономики»; e-mail: snikolsky@hse.ru, snn@miem.edu.ru; 109028, г. Москва, Б. Трехсвятительский пер., 3; тел.: 89055761402; кафедра «Кибернетика»; д.т.н.; профессор.

Сурженко Игорь Феодосиевич – Научно-конструкторское бюро моделирующих и управляющих систем Южного Федерального Университета; e-mail: isurzh@nkbvius.ru; 347928, г. Таганрог, ул. Петровская, 81; тел.: 88634328054; научный руководитель-главный конструктор; к.т.н.

Nikolsky Sergei Nikolaevich – Moscow institute of Electronics and Mathematics of National Research University “Higher School of Economics”; e-mail: snikolsky@hse.ru, snn@miem.edu.ru; 3, B. Trechsviatitelsky per., Moscow, 109028, Russia; phone: +79055761402; the department “Cybernetics”; dr. of eng. sc.; professor.

Surzhenko Igor Feodosievich – Southem Federal University Scientific and Design Bureau of Modelling and Controlling Systems; e-mail: isurzh@nkbvius.ru; 81, Petrovskaya street, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634328041; scientic direktor and chieh designer; cand. of eng. sc.