

УДК 1

DOI: 10.34670/AR.2023.96.49.008

Примитивы общей теории систем

Грибков Андрей Армович

Доктор технических наук,
главный научный сотрудник кафедры робототехники и мехатроники,
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»,
127994, Российская Федерация, Москва, Вадковский пер., 1;
e-mail: andarmo@yandex.ru

Аннотация

Термин «примитивы» широко известен из области компьютерной графики, веб-дизайна, систем автоматического проектирования, где примитивы представлены в виде элементарных графических примитивов. Статья посвящена формированию наборов примитивов общей теории систем. Под примитивами автор понимает множество элементов – носителей типовых (отдельных или образующих совокупность) свойств или действий, посредством которых может быть описана любая система. Приведенные в статье исследования показывают, что все разнообразие примитивов может быть разделено на две группы: примитивы свойств и примитивы действий. Для определения набора возможных примитивов свойств автор предлагает ответить на вопросы: «Является ли примитив свойств онтологичным?», «Постоянен ли примитив свойств?», «Как организован примитив свойств?». Для определения набора возможных примитивов действий автор предлагает ответить на вопросы: «Каким образом осуществляется действие?», «Что представляет собой действие?». В результате список примитивов свойств включает: «первичные примитивы», «вторичные примитивы», «нулевой примитив», «вложенные примитивы», «среда из примитивов», «периодические примитивы». Список примитивов действий включает «элементарные примитивы» и комплексные примитивы, к числу которых относятся: «дифференциативные примитивы», «интегративные примитивы», «инструментальные примитивы», «рамочные примитивы», «примитивы рефакторинга», «примитивы замещения».

Для цитирования в научных исследованиях

Грибков А.А. Примитивы общей теории систем // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. 2023. Том 12. № 2А. С. 76-84. DOI: 10.34670/AR.2023.96.49.008

Ключевые слова

Общая теория систем, примитив, свойства, действие, онтологичность, первичный, вторичный, вложенный, периодичный, среда.

Введение

Термин «примитивы» широко известен из области компьютерной графики, веб-дизайна, систем автоматического проектирования, где примитивы представлены в виде элементарных графических примитивов [Дудко и др., 2015, 51]. В частности, в компьютерных программах для рисования к числу графических примитивов относятся линии и стрелки, соединительные линии (способные подсоединяться к другим примитивам наилучшим образом), прямоугольники, окружности, эллипсы, дуги, сегменты, сектора, трехмерные объекты, многоугольники, кривые Безье и др. В сфере компьютерной графики графический примитив определяется как элемент множества геометрических фигур, лежащих в основе всех графических построений [Войтиховский, 2017, 124].

Подход к описанию сложных объектов с использованием примитивов используют и в других областях, например, в криптографии, где в основе описания криптографических протоколов лежит набор простых криптографических примитивов [Дорджиёв, Казарин, 2014, 14], или программировании, где под ними понимают данные, которые не являются объектом и не имеют методов, либо служебные структуры, управляющие доступом к ресурсам и синхронизацией потоков данных [Мартышкин, Здерев, 2022, 89]. Примером такой структуры для синхронизации потоков и процессов является известный и широко используемый примитив «семафор».

Предлагаемое определение примитивов, соответствующее их применению в общей теории систем [Богданов, 1989; Bertalanffy, 1969; Уемов, 1978; Садовский, 1974], формулируется следующим образом: примитивы – это множество элементов – носителей типовых (отдельных или образующих совокупность) свойств или действий, посредством которых может быть описана любая система. В свою очередь, паттернами (от лат. *patronus* – модель, образец, шаблон, выкройка) мы будем называть шаблоны форм и отношений элементов внутри системы, широко распространенные в различных предметных областях.

Все множество примитивов может быть разделено на две группы: примитивы свойств и примитивы действий. Последовательно рассмотрим указанные две группы примитивов.

Примитивы свойств

Примитивы свойств соответствуют структурным элементам, из которых формируются системы. Этим структурным элементам соответствует какое-либо одно, несколько или целая совокупность свойств. Следует отметить, что отождествление свойств и объектов (в данном случае структурных элементов) — известный подход, широко применяемый во многих областях знаний, в том числе в программировании (например, на языке JavaScript и ряде других), где объектом называют совокупность свойств.

Номенклатура примитивов свойств может быть определена исходя из ответов на несколько вопросов: Является ли примитив свойств онтологичным (т.е. являются ли свойства примитива достоверным описанием бытия)? Постоянен ли примитив свойств? Как организован примитив свойств?

На первый вопрос («Является ли примитив свойств онтологичным?») возможны всего два варианта ответа:

– Примитив свойств является онтологичным. В этом случае все его свойства либо являются первичными свойствами бытия, либо могут быть выведены из них логически. К первичным

свойствам бытия, если исходить из представлений о его материальности и дискретности, относятся инертность, протяженность, телесная непроницаемость, движение и исчисляемость материи, а также протяженность пустоты [Кар, 1947, 531, Гассенди, 1966, 139]. Онтологические примитивы свойств полностью достоверны, любые описания, формируемые на их основе, соответствуют действительности.

– Примитив свойств существует только в рамках теории познания, описание его свойств исходя из первичных свойств бытия не представляется возможным. В результате декларируемые свойства не в полной мере соответствуют действительности, а представляют собой оценку, которая не может быть полностью достоверной [Овчинников, 2001, 75].

На второй вопрос («Постоянен ли примитив свойств?») возможны следующие варианты ответа:

– Примитив свойств постоянен, т.е. его свойства, проявляемые в составе системы и при описании свойств системы во взаимодействиях с другими системами, не изменяются.

– Примитив свойств изменяется по известному алгоритму. Важными частными случаями такого примитива свойств являются: примитив, свойства которого изменяются количественно, но при этом набор свойств остается неизменным; примитив, свойства которого изменяются периодически, без выраженной долгосрочной тенденции.

– Примитив свойств непостоянен, изменения носят характер случайных отклонений от определенного (постоянного или заданного алгоритмом) состояния. Свойства такого примитива могут быть описаны на основе вероятностных подходов.

На третий вопрос («Как организован примитив свойств?») возможны следующие варианты ответа:

– Примитив свойств не имеет организационной структуры, все его свойства реализуются на одном уровне и равноправны в определении совокупных свойств системы. Частным случаем такого примитива свойств является примитив, лишенный свойств (т.е. свойства которого не определяются), использование которого имеет смысл при построении теоретических моделей.

– Примитив свойств имеет двух-, трех- или многоуровневую организацию, в которой на каждом уровне имеются собственные свойства. Совокупные свойства примитива являются результатом интеграции этих свойств и их взаимного влияния [Месарович, Мако, Такаха, 1973, 76]. В случае, когда указанная интеграция имеет высокий уровень сложности и не может логически отслеживаться, примитив приобретает вторичные свойства, т.е. свойства, декларируемые в рамках теории познания, механизм формирования которых неизвестен.

– Примитив свойств представляет собой совокупность примитивов, которую можно условно назвать средой из примитивов. Данный примитив является одним из базовых при описании сложных динамических систем, поскольку взаимодействие объектов в мире почти всегда происходит через среду, которая в зависимости от предметной области может отождествляться с физическими полями, реакционной средой, биологической средой или социумом.

Исходя из рассмотренных вариантов ответов на три поставленных вопроса, можно определить ограниченное число примитивов свойств. Общее число сочетаний вариантов ответов на вопросы равно двенадцати (два варианта ответа на первый вопрос и по три варианта ответа на второй и третий вопросы), однако не все сочетания возможны.

Примитивы, не имеющие организационной структуры (или структура которых не определяется), в зависимости от онтологичности соответствуют трем типам примитивов. Онтологическим примитивам соответствуют «первичные примитивы», свойства которых являются первичными свойствами бытия. Примитивам, существующим только в рамках теории

познания, соответствуют «вторичные примитивы», обладающие заданным набором вторичных свойств, генезис которых не определяется, либо «нулевой примитив», свойства которого не указываются и не предполагаются. Постоянство или непостоянство свойств примитивов не оказывает на них определяющего влияния и может уточняться при определении видов примитивов, относящихся к одному типу.

Примитивы, имеющие двух, трех- или многоуровневую организацию, в зависимости от онтологичности соответствуют двум типам примитивов. Если они онтологичны, то соответствуют «первичным примитивам», свойства которых либо являются первичными свойствами бытия, либо могут быть выведены из них логически. Если примитивы существуют только в рамках теории познания, то соответствуют «вложенным примитивам», представляющим собой иерархические многоуровневые структуры, где на каждом уровне появляются дополнительные вторичные свойства. Постоянство или непостоянство свойств примитивов, имеющих двух, трех- или многоуровневую организацию, также, как и для примитивов, не имеющих организационной структуры, не является определяющим фактором и может уточняться при определении видов примитивов, относящихся к одному типу.

Отдельную группу образуют примитивы свойств, организация которых соответствует «среде из примитивов», представляющей собой совокупность действующих друг на друга примитивов, выступающую в качестве посредника при действии друг на друга примитивов (обычно более высоких уровней). Онтологичность и постоянство свойств примитивов данного типа являются второстепенными характеристиками и могут уточняться при определении видового разнообразия примитивов внутри типа.

Еще одним типом примитивов, значимым для формирования паттернов динамических систем в различных предметных областях (в частности, для физических систем), являются «периодические примитивы», направление действия которых на среду из примитивов периодически изменяется на противоположное (то есть их свойства периодически изменяются). Данный тип примитивов включает в себя как онтологичные примитивы, так и существующие только в рамках теории познания. Организация таких примитивов обычно многоуровневая. В случае примитивов, существующих только в рамках теории познания, также возможно исключение структуры из рассмотрения (примитив свойств как бы не имеет организационной структуры).

Примитивы действий

Примитивы действия соответствуют различным типовым действиям или связям, которые имеют место между примитивами свойств внутри системы или выносятся на уровень системы в целом как совокупности примитивов свойств и проявляются в его взаимодействиях с внешней средой.

Для определения набора возможных примитивов действий необходимо ответить на два вопроса, определяющих их разнообразие: Каким образом осуществляется действие? Что представляет собой действие?

Ответ на первый вопрос («Каким образом осуществляется действие?») имеет следующие варианты ответа:

– Действие осуществляется непосредственно, от одного примитива свойств к другому (или от одной системы к другой). Характер действия определяется свойствами примитивов свойств, между которыми имеет место передача действия. Для физических систем это может быть

передача от одного объекта другому движения, вещества, энергии и т.д.; для биологических – передача в процессе наследования генетической информации от одного биологического объекта другому; для социальных систем – передача знаний от учителя к ученику, материальных ресурсов, этических установок, норм поведения от родителей к детям и т.д.

– Действие может осуществляться через посредника или посредников. При этом действие от одного примитива свойств передается другому примитиву свойств через посредничество третьего или третьих примитивов свойств. Также возможен вариант, когда вместо примитивов выступают системы в целом, в состав которых входят взаимодействующие примитивы. Как и в случае непосредственного действия характер действия определяется свойствами взаимодействующих примитивов свойств, однако вариативность действий существенно выше. В частности, задействованные в процессе действия свойства взаимодействующих примитивов свойств и примитива-посредника не обязательно должны быть одинаковыми, необходимо лишь общность свойств каждого из взаимодействующих примитивов свойств с какими-либо свойствами примитива-посредника.

– Действие может осуществляться через промежуточную среду, обычно из более простых примитивов свойств. Данный вариант во многом сходен с действием через посредника, в качестве которого в данном случае выступает среда. Основным отличием данного примитива является возможность более точного воссоздания реального взаимодействия, при котором действие не представляется в виде отдельных связей, а рассматривается как обобщенный процесс, в который вовлечено большое число примитивов свойств, действующих (через среду) друг на друга. В качестве примера действия через среду можно привести процесс циркуляции питательных веществ между живым организмом и биологической средой, процесс взаимного влияния личности и общества и др.

Ответ на второй вопрос («Что представляет собой действие?») имеет следующие варианты ответа:

– Действие является элементарным, т.е. представляет собой перенос свойств от одних примитивов свойств к другим, следствием которого является их количественное изменение. Такое действие соответствует уже приведенному примеру передачи движения, вещества или энергии от одного физического объекта другому.

– Действие является комплексным (составным), при котором происходит качественное изменение примитивов свойств (того, который действует; того, на которого действуют; или обоих).

Разделение действий на элементарные и комплексные (составные) в настоящее время широко практикуется при моделировании бизнес-процессов. В частности, оно прописано в международном стандарте BPMN (Business Process Management Notation) – нотации языка моделирования бизнес-процессов в системе ELMA BPM, который является промежуточным звеном между формализацией/визуализацией и воплощением бизнес-процесса [Documents].

Совокупность ответов на поставленные вопросы о примитивах действий позволяет определить ряд групп, которые, по мнению автора, достаточны для описания большей части существующих паттернов:

–«Элементарные примитивы», для которых характерны элементарные действия;

–«Дифференциативные примитивы», реализующие комплексное действие, заключающееся в разделении различных частей (совокупностей или отдельных примитивов свойств) или ипостасей системы в виде абстрактных подсистем, связанных между собой, но обладающих определенной автономностью. Значимость дифференциативных процессов в теории познания не

вызывает сомнений. В частности, их исследование может быть отнесено к числу значимых социально-философских и методологических вопросов взаимодействия наук [Маковский, 1990, б].

–«Интегративные примитивы», реализующие комплексное действие, заключающееся в структурной интеграции множества разнородных примитивов свойств или систем в одну систему (или подсистему в составе системы), далее характеризующийся общим набором внешних свойств. Возможности интегративных процессов играют важную роль в познании, в частности, в научном [Сомкин, 2009, 147] и социальном [Ключко, 2008, 411].

–«Инструментальные примитивы», реализующие комплексное действие, строго определенным образом изменяющие свойства примитивов свойств или паттернов системы при добавлении к ней.

–«Рамочные примитивы», реализующие комплексное действие, заключающееся в предоставлении для формирования системы рабочее поле с установленными правилами по типам и действиям элементов (примитивов свойств).

–«Примитивы рефакторинга», реализующие комплексное действие по оптимизации (по заданным критериям: упрощения, упорядочивания и др.) внутренней структуры системы за счет изменения примитивов свойств при сохранении внешних свойств системы. В настоящее время методы рефакторинга широко используются для улучшения внутренней структуры программных систем [Ксензов, 2004, 211].

– «Примитивы замещения», реализующие комплексное действие по замене элементов (примитивов свойств), приводящее к декларируемым изменениям внешних свойств системы (или подсистемы в составе системы).

Все рассмотренные примитивы могут соответствовать непосредственному осуществлению действия, действию через посредника или посредников и действию через среду. При этом непосредственное действие характерно для наиболее простых систем (во всех предметных областях), а для наиболее сложных систем действие почти всегда осуществляется через среду, содержание и интерпретация которой высоко вариативны в зависимости от предметной области и специфики анализируемых теоретических или реальных систем.

Заключение

На основе проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы.

1. Возможным подходом к описанию систем является использование примитивов – множества элементов, являющихся носителями типовых (отдельных или образующих совокупность) свойств или действий.

2. Номенклатура примитивов свойств может быть определена исходя из ответов на несколько вопросов: «Является ли примитив свойств онтологичным?», «Постоянен ли примитив свойств?», «Как организован примитив свойств?». Для определения набора возможных примитивов действий необходимо ответить на два вопроса, определяющих их разнообразие: «Каким образом осуществляется действие?», «Что представляет собой действие?».

3. Исходя из ответов на вопросы о примитивах свойств и примитивах действий, можно сформировать списки наиболее значимых примитивов. Список примитивов свойств включает: «первичные примитивы», «вторичные примитивы», «нулевой примитив», «вложенные примитивы», «среда из примитивов», «периодические примитивы». Список примитивов

действий включает: «элементарные примитивы», «дифференциативные примитивы», «интегративные примитивы», «инструментальные примитивы», «рамочные примитивы», «примитивы рефакторинга», «примитивы замещения».

Библиография

1. Богданов А.А. Тектология: Всеобщая организационная наука. В 2-х книгах. М.: Экономика, 1989. 304 с.; 351 с.
2. Войтиховский П.Д. Онтология предметной области графических примитивов // Информационные технологии и системы 2017. Минск, 2017. С. 124-125.
3. Гассенди П. Сочинения в двух томах. М.: Мысль, 1966. Т. 1. 431 с.
4. Дорджиев С.О., Казарин О.В. Криптографические примитивы: вложения, примеры и открытые проблемы // Безопасность информационных технологий. 2014. № 1. С. 14-21.
5. Дудко О.Н. и др. Обзор систем автоматизированного проектирования // Современные материалы, техника и технологии. 2015. № 2 (2). С. 51-54.
6. Кар Тит Лукреций. О природе вещей. Том II. Статьи, комментарии, фрагменты Эпикура и Эмпедокла. М., 1947. 699 с.
7. Ключко О.И. Интегративные тенденции в социальном познании // Вестник ТГУ. 2008. № 7. С. 411-416.
8. Ксензов М. Рефакторинг архитектуры программного обеспечения: выделение слоев // Труды ИСП РАН. 2004. № 1. С. 211-227.
9. Маковский Н.А. Философско-методологические проблемы взаимодействия наук: дис. ... д-ра фил. наук. Киев, 1990. С. 6.
10. Мартышкин А.И., Здерев С.Г. Исследование и анализ математических моделей для оценки производительности примитивов синхронизации процессов в реконфигурируемых вычислительных системах // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 4. С. 89-94.
11. Месарович М., Мако Д., Такаха И. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. 344 с.
12. Овчинников Н.Ф. Поиски достоверности // Философия науки, вып. 7: Формирование современной естественнонаучной парадигмы. М., 2001. С. 75-91.
13. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. Логико-методологический анализ. М.: Наука, 1974. 280 с.
14. Сомкин А.А. Интегративные процессы в современном научном познании (на пути к новой парадигме) // Гуманитарий: актуальные проблемы гуманитарной науки и образования. 2009. № 8. С. 147-153.
15. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. М.: Мысль, 1978. 272 с.
16. Bertalanffy L. General System Theory. Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1969. 289 p.
17. Documents Associated with Business Process Model and Notation™ (BPMN™) Version 2.0. URL: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>

Primitives of general systems theory

Andrei A. Gribkov

Doctor of Engineering,
Chief Researcher at the Department of Robotics and Mechatronics,
Moscow State University of Technology «STANKIN»,
127994, 1, Vadkovskii lane, Moscow, Russian Federation;
e-mail: andarmo@yandex.ru

Abstract

The term "primitives" is widely known from the field of computer graphics, web design, automatic design systems, where primitives are represented as elementary graphic primitives. The article is devoted to the formation of sets of primitives of the general theory of systems. By

primitives the author understands a set of elements – carriers of typical (separate or forming a set) properties or actions by means of which any system can be described. The studies presented in the article show that the whole variety of primitives could be divided into two groups: property primitives and action primitives. To determine the set of possible property primitives, the author proposes to answer the questions: "Is the property primitive ontological?", as well as "Is the property primitive constant?", and "How is the property primitive organized?". To determine the set of possible action primitives, the author suggests answering the questions: "How is the action carried out?", "What is the action?". The resulting list of property primitives includes: "primary primitives", "secondary primitives", "zero primitive", "nested primitives", "environment of primitives", "periodic primitives". The list of action primitives includes "elementary primitives" and complex primitives, which include: "differentiative primitives", "integrative primitives", "instrumental primitives", "framework primitives", "refactoring primitives", and "substitution primitives".

For citation

Gribkov A.A. (2023) Primitivy obshchei teorii sistem [Primitives of general systems theory]. *Kontekst i refleksiya: filosofiya o mire i cheloveke* [Context and Reflection: Philosophy of the World and Human Being], 12 (2A), pp. 76-84. DOI: 10.34670/AR.2023.96.49.008

Keywords

General systems theory, primitive, properties, action, ontology, primary, secondary, nested, periodic, environment.

References

1. Bertalanffy L. (1969) *General System Theory. Foundations, Development, Applications*. New York: George Braziller.
2. Bogdanov A.A. (1989) *Tektologiya: Vseobshchaya organizatsionnaya nauka. V 2-kh knigakh* [Tectology: General organizational science. In 2 books]. Moscow: Ekonomika Publ.
3. Car Titus Lucretius (1947) *O prirode veshchei. Tom II. Stat'i, kommentarii, fragmenty Epikura i Empedokla* [About the nature of things. Volume II. Articles, comments, fragments of Epicurus and Empedocles]. Moscow.
4. Documents Associated with Business Process Model and Notation™ (BPMN™) Version 2.0. Available at: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/> [Accessed 03/03/2023]
5. Dordzhiev S.O., Kazarin O.V. (2014) *Kriptograficheskie primitivy: vlozheniya, primery i otkrytye problemy* [Cryptographic Primitives: Embeddings, Examples and Open Problems]. *Bezopasnost' informatsionnykh tekhnologii* [Security of Information Technologies], 1, pp. 14-21.
6. Dudko O.N. et al. (2015) *Obzor sistem avtomatizirovannogo proektirovaniya* [Review of computer-aided design systems]. *Sovremennye materialy, tekhnika i tekhnologii* [Modern materials, equipment and technologies], 2 (2), pp. 51-54.
7. Gassendi P. (1966) *Sochineniya v dvukh tomakh* [Works in two volumes]. Moscow: Mysl' Publ. Vol. 1.
8. Klyuchko O.I. (2008) *Integrativnye tendentsii v sotsial'nom poznanii* [Integrative tendencies in social cognition]. *Vestnik TGU* [Bulletin of TSU], 7, pp. 411-416.
9. Ksenzov M. (2004) *Refaktoring arkhitektury programmnogo obespecheniya: vydelenie sloev* [Software architecture refactoring: layering]. *Trudy ISP RAN* [Proceedings of the Institute for System Programming of RAS], 1, pp. 211-227.
10. Makovskii N.A. (1990) *Filosofsko-metodologicheskie problemy vzaimodeistviya nauk. Doct. Dis.* [Philosophical and methodological problems of the interaction of sciences. Doct. Dis.]. Kiev.
11. Martyshkin A.I., Zderev S.G. (2022) *Issledovanie i analiz matematicheskikh modelei dlya otsenki proizvoditel'nosti primitivov sinkhronizatsii protsessov v rekonfiguriruemyykh vychislitel'nykh sistemakh* [Research and Analysis of Mathematical Models to Evaluate the Performance of Process Synchronization Primitives in Reconfigurable Computing Systems]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern High Technologies], 4, pp. 89-94.
12. Mesarovich M., Mako D., Takakhara I. (1973) *Teoriya ierarkhicheskikh mnogourovnevnykh sistem* [Theory of hierarchical multilevel systems]. Moscow: Mir Publ.
13. Ovchinnikov N.F. (2001) *Poiski dostovernosti* [The Search for Authenticity]. In: *Filosofiya nauki, vyp. 7: Formirovanie sovremennoi estestvennonauchnoi paradigmy* [Philosophy of Science, vol. 7: Formation of the modern natural science

- paradigm]. Moscow.
14. Sadovskii V.N. (1974) Osnovaniya obshchei teorii sistem. Logiko-metodologicheskii analiz [Foundations of the general theory of systems. Logical and methodological analysis]. Moscow: Nauka Publ.
 15. Somkin A.A. (2009) Integrativnye protsessy v sovremennom nauchnom poznanii (na puti k novoi paradigme) [Integrative processes in modern scientific knowledge (on the way to a new paradigm)]. Gumanitarii: aktual'nye problemy gumanitarnoi nauki i obrazovaniya [Humanist: actual problems of humanitarian science and education], 8, pp. 147-153.
 16. Uemov A.I. (1978) Sistemnyi podkhod i obshchaya teoriya sistem [System approach and general systems theory]. Moscow: Mysl' Publ.
 17. Voitikhovskii P.D. (2017) Ontologiya predmetnoi oblasti graficheskikh primitivov [Ontology of the subject area of graphic primitives]. In: Informatsionnye tekhnologii i sistemy 2017 [Information technologies and systems 2017]. Minsk.