

Компьютерные языки как объект философско-методологического исследования

© С.А. Соловьев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

Проведено уточнение понятийного аппарата, используемого для описания знаковых средств человекомашинного взаимодействия. Выполнена локализация компьютерных языков в структуре смежных понятий: от знаковой системы до языка программирования. Обосновано использование термина «компьютерный язык» в качестве родового понятия предметной области, позволяющего избежать редукции к языкам программирования и одновременно исключить из рассмотрения языки межчеловеческого общения. Компьютерные языки охарактеризованы как особый класс искусственных знаковых систем, сформировавшийся на пересечении философских проектов формализации знания и инженерных практик управления вычислительными процессами. Приведены соображения о продуктивности привлечения семиотической триады синтактики, семантики и прагматики для задач анализа и типологизации компьютерных языков. Показана ограниченность подхода к анализу компьютерных языков как изолированных формальных структур без учета реалий инженерной практики их применения. Выявлено сходство естественных и компьютерных языков: в обоих случаях язык можно представить как абстракцию над множеством конкретных речевых практик, а его границы оказываются подвижными, исторически изменчивыми и контекстуально обусловленными. Описано методологическое значение проблемы идентификации конкретных языков: подобно трудностям разграничения языка и диалекта в естественных языках, в сфере компьютерных языков границы размываются вследствие сосуществования несовместимых версий стандартов, языковых диалектов, различных реализаций трансляторов. Учет этих обстоятельств требует включения в анализ не только синтаксических и семантических характеристик, но и прагматического, исторического и социотехнического контекста. Подчеркнуто, что распространение больших языковых моделей и автономных ИИ-агентов трансформирует производство и интерпретацию компьютерных текстов, ставя под вопрос традиционные представления о роли человека как субъекта в компьютерных языковых практиках.

Ключевые слова: компьютерный язык, искусственный язык, язык программирования, знаковая система, формальный язык, формальная грамматика, человекомашинная коммуникация, философия языка

Несмотря на развитие графических, звуковых, нейроинтерфейсов, искусственные языки с письменной основой остаются одним из ключевых инструментов человекомашинной коммуникации, а количество людей, профессионально владеющих ими, неуклонно растет. За время развития компьютерной техники были созданы тысячи языков,

обеспечивающих взаимодействие с машиной, что привело к формированию сложного и богатого предметного поля на пересечении философии, лингвистики и информатики. Существует множество терминов, применяемых для описания его элементов: знаковая система, язык, искусственный язык, язык программирования и т. п. Целью настоящей работы является обоснование выбора термина «компьютерный язык» в качестве основного родового понятия при описании указанной предметной области, а также уточнение отношений его со смежными по значению понятиями. Выбор точного, емкого и нейтрального понятия существенно упрощает задачу дальнейшего содержательного исследования знаковых средств человеко-машинного взаимодействия. При этом предлагается рассматривать компьютерные языки как комплексный объект философского анализа с технической, математической и социокультурной спецификой в единой исследовательской перспективе.

Философско-методологический анализ компьютерных языков вписывается в тенденции лингвистического поворота в гуманитарном знании. В связи с анализом компьютерных языков в новом свете предстает традиционная эпистемическая проблема влияния структуры языка, его выразительных средств на когнитивные возможности субъекта. Особую актуальность вносит повсеместное и стремительное распространение больших языковых моделей и автономных ИИ-агентов, которое радикально меняет характер производства и интерпретации компьютерных текстов, ставя под сомнение традиционные представления об исключительной роли человека в этом процессе.

Современные компьютерные языки представляют собой особый класс искусственных знаковых систем, возникший на пересечении философских проектов формализации знания и инженерных практик управления вычислительными устройствами. Уже в ранних концепциях универсального логического языка, таких как *lingua generalis* Г.В. Лейбница, искусственный язык мыслился не просто как средство коммуникации, но как инструмент строгого представления знания и устранения неоднозначности рассуждений посредством формальной процедуры. Хотя эти проекты не были реализованы в своем историческом контексте, многие их интуиции находят продолжение в современных компьютерных языках, позволяющих строго описывать онтологии предметных областей, фиксировать вычислительные процедуры. Чтобы лучше осмыслить объем понятия «компьютерный язык» и его внутреннюю структуру, необходимо рассмотреть более детально его положение в структуре смежных понятий.

Наиболее общим понятием предметной области выступает «знаковая система» — центральная категория дисциплины семиотики. В силу его высокой степени абстракции дать ему содержательное

определение не так просто. Большой толковый словарь по культурологии определяет данное понятие следующим образом: «Совокупность знаков (чаще всего однотипных), обладающая внутренней структурой, явными (формализованными) или неявными правилами образования, осмысления и употребления ее элементов и служащая для осуществления индивидуальных и коллективных коммуникативных и трансляционных процессов» [1]. Знаковая система является необходимым условием коммуникации двух субъектов, поскольку формирует единый контекст, правила и ожидания употребления знаков для выражения мыслей. Понятие знаковой системы (иногда также коммуникативной системы, семиотической системы) нередко используют взаимозаменяемо с понятием языка, но между ними все же есть разница. Понятие «язык» сформировалось исторически, оно было заимствовано в научный лексикон из повседневной речи, сохранив коннотацию естественного языка человеческого общения. Понятие знаковой системы возникло как научный конструкт и явно включает в свой экстенционал предельно широкий круг структур, таких как сигнальные системы животных, дорожные знаки, музыкальные ноты, ритуальные танцы и т. п.

Основателем семиотики принято считать американского философа Ч. Пирса, автора названия этой науки. Он ввел трехчастное понимание знака, которое затем разрабатывалось Ч.У. Моррисом. В терминологии Морриса триада представлена «знаковым средством (или закононосителем) (sign vehicle), десигнатом (designatum) и интерпретантой (interpretant)» [2]. Пирс дал классификацию знаков, поделив их на иконические знаки, индексы и символы [3, с. 33]. Моррис, видевший в семиотике универсальный метод науки и науку о науке, зафиксировал ее трехчастную структуру: синтактика, семантика и прагматика [3, с. 35]. Эти три раздела дисциплины соответствуют трем аспектам, которые принято выделять при анализе знаковых систем: синтаксический (взаимосвязь знаков друг с другом), семантический (соотнесенность знаков с репрезентируемыми объектами) и прагматический (отношение знака и интерпретирующего субъекта) [4].

Как было отмечено ранее, понятие «язык» происходит из обыденной речи, что неизбежно влечет субъективность в восприятии его значения, а также создает риски локальных культурных коннотаций при переводе научных текстов между языками. Побочная смысловая нагрузка подкрепляется омонимией: во многих языках слово, обозначающее понятие «язык», также обозначает понятие «народ» или «язык» как орган в полости рта. Его смысл колеблется от естественного языка человеческого общения в узкой трактовке до полного совпадения со знаковой системой в расширенной трактовке. В целях смыс-

лоразличения и возможности более точного отнесения высказываний к конкретным подклассам знаковых систем, представляется обособленным зафиксировать смысл понятия «язык» в промежуточной позиции, чтобы помимо естественных языков оно включало еще некоторые виды знаковых систем, но при этом не исчерпывало бы всего их объема. Подходящее определение для языка дает статья С.А. Азаренко и др.: «Язык — это знаковая система произвольной природы, посредством которой осуществляется человеческое общение на различных уровнях коммуникации и трансляции, включая операции мышления, приобретение, хранение, преобразование и передачу сообщений (сигналов, информации, знаний) и связанные процессы» [5]. Для языка характерна четко структурированная система правил построения знаковых последовательностей (грамматика) и выраженная продуктивность. Н. Хомский в качестве ключевой характеристики языка выделяет возможность построения потенциально бесконечного множества сообщений за счет рекурсивного комбинирования элементов [6, с. 217]. Язык обычно обладает коммуникативной универсальностью, которая наивно может быть сформулирована как возможность выразить любую мысль (информацию) внутриязыковыми средствами, откуда вытекает парадоксальная возможность рефлексивного анализа языка средствами самого языка. При этом стоит отметить, что реальные коммуникативные акты людей не ограничиваются внутриязыковыми средствами и часто сопровождаются богатой паралингвистической составляющей.

Множество языков может быть разделено на два класса по типу происхождения: естественные и искусственные. Естественные языки формируются стихийно в ходе биологической и культурной эволюции человека и служат для коммуникации в социуме. Исторически они являются объектом изучения лингвистики. При этом существует многообразный густонаселенный класс искусственных языков. Несмотря на то что некоторые представители класса иногда включаются в предметное поле лингвистики (или шире — языкознания), совокупно он не является объектом какой-либо выделенной устоявшейся институционализированной дисциплины. Более того, нередко фиксируется негативное предвзятое отношение лингвистов к искусственным языкам как объекту научного исследования [7, с. 9; 8].

Искусственный язык — это язык, созданный человеком целенаправленно в ходе лингвоконструирования. Как правило, важным критерием искусственного языка выступает наличие автора или коллектива авторов. Такие языки разрабатываются для различных целей: упорядочения и повышения эффективности научной коммуникации, удобного представления знаний в определенных предметных областях, для международного общения, с целью сокрытия информации

или ради эстетического удовольствия. Они обычно характеризуются высокой степенью регулярности [7]. Вместе с тем между естественными и искусственными языками не существует жесткой дихотомии: некоторые языковые образования занимают промежуточное положение. Так, нюношк (норв. *nynorsk*) представляет собой результат сознательной языковой политики и нормотворчества, основанных на диалектном материале, а современный иврит (ивр. *לשון חזקה*) был в значительной степени реконструирован, кодифицирован и искусственно дополнен актуальной лексикой в рамках национального проекта. Подобные примеры демонстрируют, что искусственность языка является не бинарным свойством, а континуальной характеристикой.

В зависимости от стратегии конструирования — наличия опоры на естественные языки — искусственные языки принято делить на априорные и апостериорные. Априорные искусственные языки создаются «с нуля», без прямого заимствования лексики и грамматических структур конкретных естественных языков; их элементы конструируются исходя из заранее заданных рациональных принципов. В таких языках смысл знаков задается не на основе исторически сложившейся практики употребления, а через эксплицитно зафиксированные нормативные априорные определения. Классическими примерами априорных языков выступают философские и логические языки XVII–XX вв., где язык мыслится как инструмент рационального упорядочения знания и устранения неоднозначности естественной речи. Типичным ранним представителем класса можно назвать философский язык Дж. Уилкинса.

Апостериорные искусственные языки, напротив, конструируются на основе одного или нескольких естественных языков и используют их синтаксическую структуру и лексический материал в переработанном, нормализованном виде. Их цель, как правило, состоит не в радикальной рационализации мышления, а в оптимизации межлической коммуникации, снижении порога освоения и обеспечении интернациональной понятности. К примерам можно отнести эсперанто, волапюк или современный проект меж(ду)славянского языка, ориентированный на понимание без предварительного изучения носителем любого из языков славянской группы [9]. С философской точки зрения два различных подхода к лингвоконструированию отражают более глубокое напряжение между рационалистическим и эмпирическим подходами к языку: априорные языки воплощают установку на конструктивное, нормативное задание смысла, тогда как апостериорные — на переработку и стабилизацию уже сложившихся семиотических практик. Это различие методологически значимо для дальнейшего анализа компьютерных языков, поскольку в их эволюции обнаруживаются элементы обеих стратегий: с одной стороны, формально-априорное проектирование синтаксиса и семантики, с другой —

апостериорная зависимость от исторически сложившихся инженерных практик, научной терминологии и шире социокультурных конвенций.

Следует отметить, что в лингвистическом дискурсе под искусственными языками нередко понимается ограниченный класс знаковых систем, которые создаются с целью замены естественных языков и по аналогии с ними. Они призваны стать языками устной или письменной коммуникации между людьми. Искусственные языки в такой узкой трактовке являются объектом изучения интерлингвистики, иногда именуемой космоглоттикой [10, с. 96]. Отметим, что в англоязычной лексике понятию «искусственный язык» соответствуют два термина: *artificial language* (дословно «рукотворный язык») и *constructed language* (дословно «конструированный язык»), сокращенно — *conlang* (конланг). Понятия часто используются как синонимы, при этом объем обоих контекстуально редко выходит за пределы искусственно созданных языков человеческого общения. Но, как будет показано далее, в понятие искусственных языков разумно включать также многие другие типы знаковых систем, обладающих типичной для языков продуктивностью и выразительностью: языки математической логики, программирования, разметки данных и т. п.

Как для естественных, так и для искусственных языков существует трудноразрешимая методологическая проблема выделения конкретных индивидуумов класса. Для естественных языков трудность представляет дифференциация языка и его вариативных форм (наречие, диалект, говор). Так, различие между самостоятельным языком и диалектом нередко определяется не столько структурно-лингвистическими (грамматическими, лексическими, фонетическими) критериями, сколько социокультурными, политическими и институциональными факторами. Во избежание прений о статусе тех или иных языковых образований или когда важна сама языковая структура, а не контекстуальная локализация, в лингвистике применяется обобщающий термин «идиом». Дополнительную сложность вносит феномен диалектного континуума, при котором соседние говоры попарно взаимопонятны, тогда как удаленные разновидности демонстрируют существенные различия на всех уровнях языка. В условиях континуума решение об отнесении диалектов к одному языку или объединении в несколько языков неизбежно носит конвенциональный характер.

Дополнительные уровни вариативности фиксируются понятиями социолекта, отражающего социальную стратификацию языкового употребления, и идиолекта, обозначающего устойчивую совокупность языковых особенностей конкретного носителя. Более глубокий анализ показывает, что понятие естественного языка носит преимущественно

дескриптивный характер: эмпирически всякий язык дан как совокупность идиолектов, и в предельном аналитическом приближении каждый из них может рассматриваться как отдельный язык, причем не обязательно устойчивый во времени. То, что в обыденном (и часто в научном) дискурсе именуется «языком», представляет собой результат абстрагирования, нормализации и институционального закрепления статистически значимых пересечений между индивидуальными речевыми практиками. Учет этих обстоятельств методологически важен для философского анализа языков, поскольку смещает представление о языке как о монолитной и замкнутой системе, подчеркивая его континуальный, процессуальный и социально обусловленный характер.

Аналогичные методологические затруднения возникают при анализе искусственных языков. Несмотря на наличие эксплицитных спецификаций и стандартов границы между «языком», его диалекты и версии на практике оказываются размытыми. Эволюция языка во времени приводит к сосуществованию нескольких, иногда несовместимых, версий стандарта. Дополнительный уровень вариативности вносит множественность реализаций: конкретные трансляторы, формально опираясь на один и тот же стандарт, могут по-разному трактовать пограничные случаи, оставленные неопределенными спецификацией. В языке С, например, использование переменной до ее инициализации приводит к неопределенному поведению. В результате фактическим объектом программирования оказывается не абстрактный язык в его нормативном описании, а устойчивый конгломерат стандарта, конкретной реализации транслятора (система программирования [11, с. 8]) и сложившихся инженерных конвенций их использования. Это позволяет рассматривать версии языка, реализации трансляторов или даже отдельные экосистемы инструментов как аналоги идиомов в области искусственных языков. Таким образом, обнаруживается структурное сходство между естественными и компьютерными языками: в обоих случаях «язык» выступает как абстракция над множеством конкретных практик употребления, а его границы оказываются подвижными, контекстуально обусловленными и исторически изменчивыми.

Следующим важным понятием дискурса является «формальный язык». С точки зрения обыденного сознания критерий формальности имеет различительную силу лишь для класса искусственных языков, в действительности ситуация обстоит сложнее. Именная группа «формальный язык» не вполне сопоставима с понятием языка, рассмотренным ранее. Денотат этого составного понятия представляет собой абстрактный математический объект, который может служить лишь моделью реально существующих языков: как искусственных, так и естественных. В математике формальный язык иногда называют

просто «язык» [12, с. 5]: эта омонимия лишь подкрепляет тезис о нерядоположенности понятий.

Обычно под формальным языком понимают выделенное подмножество символьных цепочек (строк, слов) над алфавитом — конечным множеством символов любой природы. Этот класс математических объектов является предметом изучения математической (символической) логики и играет важную роль в построении формальных теорий. Формальный язык можно описать экстенционально простым перечислением входящих в него слов, но обычно это делают с помощью формальной грамматики. Все языки по уровню сложности подразделяются на четыре класса в зависимости от типа допустимых продукций порождающей их формальной грамматики. Это деление называется иерархией Хомского [12, с. 10]. Заметим, что, хотя определение понятия «формальный язык» не налагает никакого ограничения на тип происхождения моделируемого языка, попытка описания с помощью формальной грамматики естественного языка неизбежно ведет к редукции. Такое описание требует зафиксировать конкретный строгий вариант нормы, однозначно определив допустимые и недопустимые синтаксические конструкции языка, отбросив реальную вариативность и подвижность речевой практики. Для более полного отражения вероятностной природы естественного языка как элемента социальной реальности продуктивным может оказаться подход с использованием нечетких множеств, где принадлежность той или иной символьной цепочки к языку определена вероятностным континуумом [0, 1].

Как правило, когда рассматривается взаимодействие «человек — машина» посредством языка, в научном дискурсе принято использовать понятие «языки программирования». А.Е. Казакова выделяет четыре подхода к его определению:

- 1) средство трансляции математических формул в последовательность машинных команд;
- 2) средство обработки информации (символических преобразований);
- 3) средство описания алгоритма;
- 4) средство моделирования программ [13, с. 42].

Однако вне зависимости от выбранного определения остается немалое количество языков, используемых для человекомашинной коммуникации, но не относящихся к этому классу. Поэтому методологически оправданным выглядит использование менее популярного, но более объемного и нейтрального понятия компьютерного языка. Одним из пионеров, применивших данное понятие в русскоязычном дискурсе, был Н.В. Шилов. Он определяет компьютерный язык как «любой искусственный язык, разработанный для форматированного

представления, автоматического преобразования, извлечения и управления данными, информацией и процессами» [14, с. 4]. Причиной для использования этого обобщенного понятия была задача, которую решали Шилов и соавторы: построение типологии языков человеко-машинного взаимодействия [15, с. 64]. К числу компьютерных языков, помимо языков программирования (например, C++, JavaScript, Python, Haskell), можно отнести также языки разметки (например, JSON, XML), языки запросов (XPath, SQL, PromQL), языки спецификаций (OpenAPI, AsyncAPI) и др. К числу компьютерных также относятся языки систем автоматического доказательства теорем (Agda, Gallina для системы Coq, Lean). Являются ли они при этом языками программирования — вопрос дискуссионный. Задача типологизации компьютерных языков представляется весьма сложной: помимо классификации по назначению языка, Шилов постулирует разумность предположения о том, что категории «синтактика», «семантика» и «прагматика» должны использоваться для выделения классов компьютерных языков [14, с. 8].

Следует отметить, что большинство компьютерных языков моделируется нижними ступенями иерархии Хомского и задается регулярными или контекстно-свободными грамматиками (КС-грамматиками). Правила грамматики однозначно определяют, является ли та или иная строка примером правильно построенной (корректной) формулы, т. е. входит ли она в формальный язык. При этом важно различать корректность исходного кода программы как формального текста (синтаксическую корректность), семантическую корректность (типичная совместимость, объявления идентификаторов), техническую корректность (физическую исполнимость) и прагматическую корректность (соответствие требованиям поставленной задачи). Существуют различные способы описания грамматики языка. При описании компьютерных языков с контекстно-свободной грамматикой популярным способом является нормальная форма Бэкуса — Наура, но также существуют другие подходы. Необходимо обратить внимание, что не всякий язык обладает формальной спецификацией. Для некоторых языков нет иного способа проверить синтаксическую (или семантическую) корректность текста, кроме как с помощью транслятора: при таком подходе алгоритмическая реализация транслятора есть *ad-hoc* спецификация.

Хотя понятие «компьютерные языки» заполняет терминологическую лакуну, его распространение все еще крайне невелико. При этом необходимо отметить, что омонимичное понятие встречается в лингвистическом дискурсе в значении «специальный язык, формирующийся в предметной сфере, технологически связанной с производством персональных компьютеров и программного обеспечения к ним» [16, с. 54; 17, с. 596].

Несмотря на требования, предъявляемые к математической строгости и структурной определенности компьютерных языков, задача однозначной идентификации некоторого языка нередко оказывается достаточно сложной. К числу очевидных проблем стоит отнести возникновение диалектов у некоторых языков, которые занимают пограничные положения между вариантом исходного языка и отдельным новым языком (например, Jscript — собственная реализация Java Script от Microsoft). Схожие проблемы порождает версияльность — вариативность языков, обусловленная их развитием во времени: как правило, языки изменяются за счет расширения множества их синтаксически корректных строк, однако в некоторых случаях изменения могут носить обратный характер — часть формул, ранее считавшихся правильно построенными, в новых версиях языка начинают оцениваться как некорректные (например, Python версий 2 и 3). Некоторые языки тяжело отнести к определенному классу, поскольку они занимают промежуточные положения. Например, может быть размыта граница между временем написания кода и временем исполнения как, в языке Smalltalk, либо граница между символической записью текста и иными формами (например, визуальными нотациями на основе графов).

Наибольшее синтаксическое разнообразие и структурную сложность среди компьютерных языков показывают, как правило, языки программирования. Нередко их основным отличием от прочих классов компьютерных языков называют нацеленность на репрезентацию алгоритмов, т. е. вычислительных процедур, разворачивающихся во времени, в то время как остальные языки представляют собой лишь способ описания данных — фактов, лишенных темпорального измерения. Для большинства классических языков программирования вроде C++ или Pascal действительно справедлива формула Н. Вирта «Алгоритмы + структуры данных = программы» [18], но все же она не является универсальной. Большинство современных вычислительных устройств организованы по принципу принстонской (фон-неймановской) архитектуры: данные и команды хранятся в единой памяти и различимы лишь на более высоком уровне семантической интерпретации. Сам факт существования такой архитектуры показывает отсутствие фундаментального онтологического разрыва между данными и алгоритмами, поскольку вторые могут трактоваться как частный случай первых. Еще нагляднее эта идея иллюстрируется тем фактом, что до начала исполнения программа, репрезентирующая алгоритм, представляет собой лишь статичный набор символов. Листинг программы вообще может не содержать в явном виде вычислительных инструкций: например, тексты на языке логического программирования Prolog представляют собой описание предметной области в терминах классической логики предикатов первого порядка и вопросы,

указывающие на неизвестные значения. В процессе выполнения интерпретатор сам определяет необходимые инструкции, которые требуется выполнить для вычисления неизвестных.

Большинство языков программирования являются Тьюринг-полными: с их помощью возможно описать любую вычислимую функцию. При этом в момент выполнения программный код транслируется в двоичные инструкции процессора, которому безразличен исходный язык программы. Все это указывает на принципиальную взаимозаменяемость и формальную эквивалентность большинства современных языков программирования. Несмотря на это, вопрос о выборе языка для решения конкретной задачи нередко становится камнем преткновения в инженерных дискуссиях. Причем аргументация и критика нередко направлены не на измеримые качества системы программирования (например, скорость работы интерпретатора), а на концептуальные основы языка: доступные механизмы абстракции, устройство системы типов, человекочитаемость сообщений транслятора. Качества языков, обладающие субъективной инженерной ценностью, наталкивают на рассуждения о социальном измерении языков, т. е. исследование языка должно распространяться на контекст его употребления: реальные практики конструирования программ (дискурсивный анализ), экосистему библиотек исходного кода и пакетные менеджеры, средства разработки (например, IDE), документацию и другие доступные материалы для его изучения. Более того, вероятно, эти контекстуальные аспекты должны быть включены в само определение понятия компьютерного языка.

При анализе компьютерных языков и, в частности, языков программирования особый интерес представляет изучение систем типов. Согласно Б. Пирсу, система типов определяется как «гибко управляемый синтаксический метод доказательства отсутствия в программе определенных видов поведения при помощи классификации выражений языка по разновидностям вычисляемых ими значений» [19, с. 1]. Различия между системами типов отражают не различия в вычислительной мощности языков, а разные стратегии управления неопределенностью, риском возникновения ошибок и сложностью описаний предметной области, выраженных в терминах языка. Примечательно, что между типизированными программами и математическими доказательствами наблюдается структурная эквивалентность, которая может быть формализована в виде изоморфизма между логическими системами и типизированными исчислениями. Эта эквивалентность, именуемая соответствием Карри — Ховарда, наталкивает на ряд методологических вопросов. В какой степени компьютерные языки изобретаются, а в какой открываются? В какой мере облик существующих компьютерных языков является объективной необходимостью

(отражением онтологической структуры реальности), а в какой — субъективным выбором создателя?

Отдельного внимания заслуживает тема предметно-ориентированных языков (англ. Domain Specific Language, DSL), которые создаются для наиболее эффективного решения задач в конкретных предметных областях. В отличие от универсальных языков, не привязанных к конкретному домену и являющихся общими инструментами формализации знаний, DSL характеризуются искусственно ограниченными выразительными возможностями, что сокращает пространство синтаксически корректных конструкций, лишенных прагматической ценности. Априорные знания о предметной области фиксируются на уровне семантики или даже синтаксиса, что снижает когнитивную нагрузку и уровень входа при освоении языка. Существуют различные стратегии конструирования предметно-ориентированных языков. Они могут строиться «с нуля», обладая уникальным синтаксисом, либо создаваться на основе существующих универсальных языков путем введения дополнительных ограничений. Например, так устроен язык JSON Schema, который является подмножеством языка JSON, но подходит лишь для задачи метаописания структуры других JSON-документов. Еще один пример DSL — MongoDBQuery Language (MQL), который является подмножеством JavaScript и поддерживает лишь ограниченное количество декларативных конструкций, необходимых для описания запросов к документной базе данных. XHTML представляет собой предметно-ориентированный язык для разметки гипертекста на базе универсального языка XML. В нем строго задан набор допустимых тегов, семантически связанных с поддерживаемыми браузерами элементами веб-страниц. Признание прагматической ценности подхода с созданием предметно-ориентированных языков ставит под сомнение необходимость конструирования единого универсального компьютерного языка. На практике часто оказывается более выгодно создавать искусственно ограниченные и выразительно бедные языки конкретных предметных областей для повышения эффективности инженерной работы.

Таким образом, можно представить следующую иерархию понятий от общего к частному: знаковая система → язык → искусственный язык → компьютерный язык. Компьютерный язык можно определить как «искусственный язык, разработанный для форматированного представления, автоматического преобразования, извлечения и управления данными, информацией и процессами» [14, с. 4]. Среди видов компьютерных языков наибольшее внимание исследователей получают языки программирования. Помимо них, к числу компьютерных также относятся языки разметки данных, языки запросов, языки моделирования и т. п. Большинство из них синтаксически

моделируются контекстно-свободными формальными грамматиками. При этом выделение и локализация реальных объектов исследования в предметном поле затруднены в силу сосуществования разных версий, диалектов и реализаций трансляторов для одного языка. Сформировать целостное представление о структуре предметного поля можно лишь с учетом социокультурного контекста и реалий инженерной практики. Это требует одновременного учета синтаксического, семантического и прагматического уровней, а также исторического и институционального контекста их возникновения и эволюции.

Выбор понятия «компьютерный язык» в качестве базового родового понятия при описании письменных систем человекомашинной коммуникации оказывается методологически оправданным. С одной стороны, в отличие от более абстрактных понятий «искусственный язык» или просто «язык», нагруженных лингвистическими коннотациями, понятие «компьютерный язык» является более узким, что позволяет исключить из рассмотрения естественные языки и объекты интерлингвистики. С другой стороны, оно позволяет полностью охватить разнообразие письменных языков человекомашинного взаимодействия, избегая часто встречающейся произвольной редукции к понятию «язык программирования», которое охватывает существенный объем предметной области, но не исчерпывает его.

Локализация объекта и выбор терминологической базы представляют собой необходимые этапы исследования предметного поля компьютерных языков. Дальнейшие исследования могут быть направлены на анализ социального контекста их формирования, выявление социокультурных и онтологических детерминант, изучение эволюционной динамики и межъязыкового влияния. Перспективным направлением также является продолжение работ по типологизации компьютерных языков, начатых Н.В. Шиловым. Особый интерес представляет теоретическое осмысление влияния генеративных нейронных сетей и ИИ-агентов, способных к автономному порождению компьютерных текстов, на структуру предметной области, ее эволюционную динамику и роль человека как субъекта компьютерных языковых практик.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кононенко Б.И. Знаковая система. *Большой толковый словарь по культурологии*. Москва, Вече, 2003, с. 511.
- [2] Morris C. W. *Foundations of the Theory of Signs*. Chicago, London, University of Chicago Press, 1977, 49 p.
- [3] Мустафин А.А. К вопросу о ключевых понятиях теории знаков Чарльза Пирса и Чарльза Морриса. *Вестник Бурятского государственного университета. Философия*, 2022, № 3, с. 32–41.

- [4] Зонова Е.В. *Семиотика в контексте философии языка: Дис. ... канд. филос. наук.* Москва, 2003, 158 с.
- [5] Азаренко С.А., Костюк В.Н., Можейко М.А., Голдберг Ф.Н. Язык. *Гуманитарный портал.* URL: <https://gtmarket.ru/concepts/7076> (дата обращения 24.01.2026).
- [6] Абдурахманова Н.Г. Генеративная грамматика и концепция «врожденных идей». *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 2015, № 7-1, с. 216–220.
- [7] Пиперски А.Ч. *Конструирование языков: от эсперанто до дотракийского.* Москва, Альпина нон-фикшн, 2017, 224 с.
- [8] Libert A.R. Artificial Languages. *Oxford Research Encyclopedia of Linguistics.* URL: <https://academic.oup.com/edited-volume/61882/chapter-abstract/547715985> (дата обращения 27.01.2026).
- [9] Van Steenberghe J. Multilingual Mutterings. *Меджусловјанскыјезык.* URL: <http://steen.free.fr/interlatic/index.html> (дата обращения 01.02.2026).
- [10] Николаевич К.С. Интерлингвистика и синтезирующее языкознание. *Современная наука*, 2015, № 4, с. 96–100.
- [11] Непейвода Н.Н., Скопин И.Н. *Основания программирования.* Москва, Институт компьютерных исследований, 2003, 851 с.
- [12] Пентус А.Е., Пентус М.Р. *Теория формальных языков.* Москва, Издательство МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004, 288 с.
- [13] Казакова А.Е. *Методологические основания развития языков программирования: Дис. ... канд. филос. наук.* Москва, 2008, 146 с.
- [14] Шилов Н.В. О необходимости онтологии для классификации и навигации по универсуму компьютерных языков. *Системная информатика*, 2018, т. 13, с. 1–23.
- [15] Idrisov R., Odintsov S., Shilov N. Ontology Approach to Classification of Computer Languages: Current State and Challenges. *System Informatics*, 2013, no. 1, pp. 63–78.
- [16] Дмитриева М.Е. Понятие компьютерного языка. *Евразийский союз ученых*, 2015, № 7–5, с. 54, 55.
- [17] Моисеевич Л.В., Юрьевич П.В. Метафора в лексике компьютерного языка. *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского*, 2010, № 4–2, с. 596–599.
- [18] Вирт Н. *Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона.* Москва, ДМК Пресс, 2010, 272 с.
- [19] Pierce B.C. *Types and Programming Languages.* Cambridge, MA, MIT Press, 2002, 623 p.

Статья поступила в редакцию 16.03.2026

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Соловьев С.А. Компьютерные языки как объект философско-методологического исследования. *Гуманитарный вестник*, 2026, вып. 3. EDN MTJTGO

Соловьев Сергей Александрович — аспирант кафедры «Философия» МГТУ им. Н.Э. Баумана. e-mail: sergey.soloviev@inbox.ru

Computer Languages as an Object of Philosophical and Methodological Research

© S.A. Solovyev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, 105005, Russia

The conceptual framework used to describe sign systems of human-machine interaction was refined. Computer languages are localized within the structure of related concepts ranging from sign systems to programming languages. The use of the term "computer language" as a generic concept for the subject area is substantiated, since it makes it possible to avoid reduction to programming languages while simultaneously excluding languages of interpersonal communication from consideration. Computer languages are characterized as a special class of artificial sign systems formed at the intersection of philosophical projects of knowledge formalization and engineering practices of computational process control. Consideration is given to the productivity of applying the semiotic triad of syntactics, semantics, and pragmatics to the analysis and typologization of computer languages. The limitations of approaches treating computer languages as isolated formal structures without regard to the realities of engineering practice are demonstrated. Similarities between natural and computer languages are identified: in both cases, language may be understood as an abstraction over a multiplicity of concrete speech practices, while its boundaries remain fluid, historically variable, and context-dependent. The methodological significance of the problem of identifying specific languages is described. Similar to the difficulties of distinguishing between language and dialect in natural languages, the boundaries between computer languages become blurred due to the coexistence of incompatible standard versions, language dialects, and different compiler or translator implementations. Consideration of these circumstances requires inclusion in the analysis not only of syntactic and semantic characteristics, but also of the pragmatic, historical, and sociotechnical context. It is emphasized that the spread of large language models and autonomous AI agents transforms the production and interpretation of computer texts, thereby challenging traditional notions of the human being as the subject of computer language practices.

Ключевые слова: computer language, artificial language, programming language, sign system, formal language, formal grammar, human-machine communication, philosophy of language

REFERENCES

- [1] Kononenko B.I. Znakovaya sistema [Sign system]. In: *Bolshoy tolkovyy slovar po kulturologii* [Comprehensive explanatory dictionary of cultural studies]. Moscow, Veche Publ., 2003, p. 511.
- [2] [2] Morris C. W. *Foundations of the Theory of Signs*. Chicago, London, University of Chicago Press, 1977, 49 p.
- [3] [3] Mustafin A.A. K voprosu o klyuchevykh ponyatiyyakh teorii znakov Charlza Pirsya i Charlza Morrisa [On the key concepts of the sign theory of Charles Peirce and Charles Morris]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya — Bulletin of Buryat State University. Philosophy*, 2022, no. 3, pp. 32–41.

- [4] Zonova E.V. *Semiotika v kontekste filosofii yazyka: Dis. ... Cand. philos. nauk* [Semiotics in the context of the philosophy of language: PhD Diss.]. Moscow, 2003, 158 p.
- [5] Azarenko S.A., Kostyuk V.N., Mozheyko M.A., Goldberg F.N. Yazyk [Language]. *Gumanitarnyy portal* [Humanitarian portal]. Available at: <https://gtmarket.ru/concepts/7076> (accessed January 24, 2026).
- [6] Abdurakhmanova N.G. Generativnaya grammatika i kontseptsiya "vrozhdennykh idey" [Generative grammar and the concept of "innate ideas"]. *Aktualnye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2015, no. 7-1, pp. 216–220.
- [7] Piperski A.Ch. *Konstruirovaniye yazykov: ot esperanto do dotrakiyskogo* [Language construction: from Esperanto to Dothraki]. Moscow, Alpina non-fiction Publ., 2017, 224 p.
- [8] Libert A.R. *Artificial Languages*. Oxford Research Encyclopedia of Linguistics. Oxford University Press. Available at: <https://academic.oup.com/edited-volume/61882/chapter-abstract/547715985> (accessed January 27, 2026).
- [9] Van Steenberghe J. *Multilingual Mutterings*. *Medžuslovjansky jezyk*. Available at: <http://steen.free.fr/interlslavic/index.html> (accessed February 1, 2026).
- [10] Nikolaevich K.S. Interlingvistika i sinteziruyuschee yazykoznanie [Interlinguistics and synthesizing linguistics]. *Sovremennaya nauka*, 2015, no. 4, pp. 96–100.
- [11] Nepeivoda N.N., Skopin I.N. *Osnovaniya programmirovaniya* [Foundations of programming]. Moscow, Institut kompyuternykh issledovaniy Publ., 2003, 851 p.
- [12] Pentus A.E., Pentus M.R. *Teoriya formalnykh yazykov* [Theory of formal languages]. Moscow, Moscow State University Publ., 2004, 288 p.
- [13] Kazakova A.E. Metodologicheskie osnovaniya razvitiya yazykov programmirovaniya: Dis. ... kand. filos. nauk [Methodological foundations of the development of programming languages: PhD Diss.]. Moscow, 2008, 146 p.
- [14] Shilov N.V. O neobkhodimosti ontologii dlya klassifikatsii i navigatsii po universumu komp'yuternykh yazykov [On the necessity of ontology for classification and navigation in the universe of computer languages]. *Sistemnaya informatika — System Informatics*, 2018, vol. 13, pp. 1–23.
- [15] Idrisov R., Odintsov S., Shilov N. Ontology Approach to Classification of Computer Languages: Current State and Challenges. *System Informatics*, 2013, no. 1, pp. 63–78.
- [16] Dmitriyevna M.E. Ponyatie kompyuternogo yazyka [The concept of computer language]. *Evrasiyskiy soyuz uchenykh — Eurasian Union of Scientists*, 2015, no. 7–5, pp. 54–55.
- [17] Moiseevich L.V., Yurievich P.V. Metafora v leksike kompyuternogo yazyka [Metaphor in the vocabulary of computer language]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N. I. Lobachevskogo — Vestnik of Lobachevsky University of Nizhny Novgorod*, 2010, no. 4–2, pp. 596–599.
- [18] Wirth N. *Algorithms and Data Structures*. New Edition for Oberon. DMK Press, 2010, 272 p. [In Russ.: Wirth N. Algoritmy i struktury dannykh. Novaya versiya dlya Oberona. Moscow, DMK Press, 2010, 272 p.].
- [19] Pierce B.C. *Types and Programming Languages*. Cambridge, MA, MIT Press, 2002, 623 p.

Solovyev S.A., Postgraduate Student, Department of Philosophy, Bauman Moscow State Technical University. e-mail: sergey.soloviev@inbox.ru