

Когнитивные науки в информационном обществе / Cognitive Sciences in the Information Society <https://knio.ru/>

2026, Том 6, № 2 / 2026, Vol. 6, Iss. 2 <https://knio.ru/issue-2-2026.html>

URL статьи: <https://knio.ru/PDF/02KN226.pdf>

5.12.1. Междисциплинарные исследования когнитивных процессов (психология)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Тарасенко, В. В. От Канта к Хомскому: архитектурные инварианты и микросервисная модель функциональной эволюции языка как платформы познания / В. В. Тарасенко // Когнитивные науки в информационном обществе. — 2026. — Том 6. — № 2. — URL: <https://knio.ru/PDF/02KN226.pdf>.

For citation:

Tarasenko V.V. From Kant to Chomsky: architectural invariants and the microservice model of the functional evolution of language as a platform of cognition. *Cognitive Sciences in the Information Society*. 2026;6(2): 02KN226. Available at: <https://knio.ru/PDF/02KN226.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 1:165

Тарасенко Владислав Валерьевич

ФГАОУ ВО «Государственный университет просвещения», Москва, Россия

Кандидат философских наук, доцент

E-mail: v5093075@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3328-8197>

От Канта к Хомскому: архитектурные инварианты и микросервисная модель функциональной эволюции языка как платформы познания

Аннотация. В статье предлагается концептуальный мост между теорией порождающей грамматики Ноама Хомского, феноменологией Эдмунда Гуссерля, трансцендентальной философией Иммануила Канта и принципами кластерно-микросервисной архитектуры (КМА). Исследование не претендует на объяснение первичного происхождения языка, а фокусируется на его функциональной эволюции и коэволюции с социальными практиками. Показывается, что рекурсивная способность, возникшая как адаптация для внутреннего моделирования, была кооптирована (в механизме экзаптации) для внешней координации социальных микросервисов. Вводится понятие «архитектурных инвариантов» (дискретизация, рекурсия, рефлексия) как онтогенетически априорных условий возможности языкового опыта, которые коэволюционируют с эмпирическим разнообразием кластеров микросервисов. Анализируются функциональные аналоги свойств объектно-ориентированного программирования — инкапсуляции, полиморфизма, наследования и абстракции — применительно к языковым структурам. На основе КМА формулируется уникальное фальсифицируемое следствие: в сообществах с высокой экзогамией языки развивают аналитические средства эксплицирования ролей для компенсации дефицита неявного фонового знания. В заключении эксплицируются неустранимые ограничения модели, включая парадокс масштаба и археологический контрпример ашельской культуры, а также намечаются перспективы эмпирической проверки и агентного моделирования. Статья адресована философам, лингвистам, когнитивным ученым и специалистам по теории сложных систем.

Ключевые слова: рекурсия; микросервисная архитектура; функциональная эволюция языка; экзаптация; модульность действия; архитектурные инварианты; нишевое конструирование

1. Проблема разрыва между социальными практиками и языковыми структурами

Исследователи происхождения человеческого языка на протяжении десятилетий сталкиваются с фундаментальной трудностью — проблемой объяснительного разрыва между социальной жизнью и лингвистической формой.

С одной стороны, очевидно, что язык возникает и функционирует в контексте коллективной деятельности, кооперации и координации действий. С другой стороны, конкретные механизмы, связывающие социальные практики с синтаксическими структурами, остаются неоперациональными.

Ноам Хомский предложил радикально свой путь, переместив фокус с внешних социальных условий на внутреннюю когнитивную архитектуру.

Согласно его гипотезе, язык не является продуктом культурного изобретения, а есть результат биологической мутации, наделившей человеческий мозг способностью к рекурсивному комбинированию дискретных элементов — «языковым факультетом» [1].

В противовес этому, Майкл Томаселло утверждает, что совместная интенциональность является первичным драйвером развития языка [2], что созвучно нашей дальнейшей идее о координационной функции языка как платформы для микросервисов. Робин Данбар в своей гипотезе социального мозга предложил, что язык эволюционировал как замена грумингу для поддержания сплочённости больших групп [3], что указывает на социальное давление как на ключевой фактор.

Роберт Бервик и Хомский, напротив, настаивают, что язык эволюционировал для внутреннего мышления, а не для внешней координации [4], — позиция, которую мы учитываем в ограничениях нашей модели.

Однако подход Хомского оставляет без ответа вопрос: если рекурсивная способность является чисто биологическим свойством, то почему языки демонстрируют такое структурное разнообразие?

Ответ требует введения понятий, заимствованных из архитектуры сложных распределённых систем, и честного ограничения исследовательской задачи: мы не объясняем первичное происхождение рекурсии, а объясняем, почему уже существующая рекурсивная способность была кооптирована для координации и почему в разных социальных условиях это привело к разным грамматическим решениям.

2. Операциональная триада языка как платформы и механизм экзаптации

Хомский настаивает на том, что центральным свойством языка является способность порождать бесконечное множество выражений из конечного набора элементов — «дискретная бесконечность», реализуемая через рекурсию (способность вкладывать одну структуру в другую без ограничения глубины).

Рекурсия была бы невозможна без дискретизации — разбиения непрерывного потока на конечный набор различных единиц. Третьим элементом нашей объяснительной триады языка выступает рефлексия — способность языка быть мета-объектом по отношению к самому себе, прямое следствие рекурсии. Следует подчеркнуть, что выделение трёх названных свойств в виде единой «триады» является авторской реконструкцией, направленной на операционализацию хомскианской теории для целей настоящего анализа.

Сам Хомский не формулировал эти свойства в виде замкнутой триады; центральное место в его теории занимают понятия дискретной бесконечности, рекурсивной операции Merge и структурной зависимости. Предложенная нами триада опирается на отдельные элементы его концепции, но не претендует на то, чтобы исчерпывающе представлять его позицию.

Эдмунд Гуссерль в «Логических исследованиях» [5] ввёл понятие интенциональности — фундаментального свойства сознания быть всегда направленным на предмет, переживаться как «сознание о чём-то». Гуссерль показал, что интенциональные акты не изолированы: они могут вкладываться друг в друга, образуя иерархические структуры, которые он называл «интенциональными модификациями». Я могу не просто воспринимать дерево, но вспоминать, что я воспринимал его вчера, и сомневаться в том, что моё воспоминание точно. Здесь акт сомнения содержит в себе акт воспоминания, который, в свою очередь, отсылает к акту восприятия. Это вложение интенциональных актов является феноменологическим коррелятом синтаксической рекурсии.

Проведём параллель между операциональной триадой (дискретизация — рекурсия — рефлексия) и гуссерлевской триадой интенциональных актов (перцепция — воспоминание/протенция — рефлексия).

Дискретизация как условие интенционального схватывания. Для того чтобы сознание могло быть направлено на предмет, этот предмет должен быть каким-то образом выделен из непрерывного потока переживаний. Гуссерль называл этот процесс «схватыванием» (Auffassung). Акустический континуум должен быть разбит на дискретные единицы — фонемы, слова, предложения, — иначе интенциональный акт не сможет зафиксировать свой предмет. Дискретизация, таким образом, есть необходимое условие самой возможности интенциональной направленности на языковые феномены. Без неё сознание «соскальзывало» бы с непрерывного потока звуков, не находя точки опоры.

Рекурсия как форма вложенности интенциональных модификаций. Гуссерль описывал интенциональные модификации как операции, которые могут применяться к результату своего собственного применения. Акт воспоминания может быть направлен на предыдущий акт воспоминания, акт желания — на акт ожидания, акт сомнения — на акт веры.

Эта способность к неограниченному вложению интенциональных актов есть не что иное, как феноменологический эквивалент синтаксической рекурсии. Когда я произношу «я думаю, что ты знаешь, что он сомневается, что она придёт», я реализую рекурсивное вложение пропозициональных установок, каждая из которых является интенциональным актом. Хомскианская операция Merge, объединяющая два синтаксических объекта в один, в феноменологическом плане соответствует операции объединения двух интенциональных актов в один сложный, иерархически организованный акт.

Рефлексия как интенциональность второго порядка. Гуссерль различал простую (первичную) интенциональность, направленную на предметы мира, и рефлексивную (вторичную) интенциональность, направленную на сами акты сознания. Рефлексия позволяет мне не просто радоваться дереву, но сознавать свою радость и высказываться о ней. Языковая рефлексия — способность строить высказывания о высказываниях («фраза "собака лает" состоит из двух слов») — есть реализация этой вторичной интенциональности средствами языка.

Таким образом, операциональная триада получает феноменологическое обоснование: дискретизация соответствует гуссерлевскому «схватыванию», рекурсия — вложенности интенциональных модификаций, рефлексия — интенциональности второго порядка. Это не означает, что языковые структуры редуцируются к феноменологическим структурам сознания, но показывает их глубокую когнитивную связанность.

С одной стороны, язык не добавляет новых типов интенциональности извне; он делает уже существующие (и хорошо изученные феноменологией) структуры сознания операционально доступными для коммуникации и рефлексивного анализа.

С другой стороны, следуя современной эволюционной биологии, мы рассматриваем рекурсию не как инструмент коммуникации, а как адаптацию для внутреннего моделирования социальных отношений и планирования действий (гипотеза социального интеллекта Данбара [3]).

Важно подчеркнуть, что эти две перспективы — феноменологическая и эволюционная — не противоречат, а дополняют друг друга.

Синхронный анализ Гуссерля описывает сознание таким, каким оно является здесь и сейчас, и в этой перспективе язык не добавляет новых типов интенциональности, а лишь делает их операционально доступными.

Диахронический анализ эволюционной биологии описывает, как рекурсивная способность возникла — и здесь она рассматривается как адаптация для внутреннего моделирования, впоследствии кооптированная для коммуникации (экзаптация).

Язык не создаёт интенциональность, но и не эволюционировал исключительно для её обслуживания; он возникает как платформа, делающая уже существующие рекурсивные структуры микросервисов доступными для внешней координации.

Стивен Пинкер категорически отвергает гипотезу экзаптации, утверждая, что язык — это адаптация для коммуникации [6]. Его позиция представляет собой главную альтернативу нашему подходу.

Вслед за У. Фитчем [7] мы принимаем, что использование рекурсии для внешней координации является экзаптацией (побочным использованием уже существующей когнитивной способности) [8].

3. Кантовская дуальность и архитектурные инварианты

В основании предлагаемой модели лежит кантовская идея дуальности априорных и эмпирических форм познания. Иммануил Кант в «Критике чистого разума» [9] показал, что человеческое познание невозможно без априорных форм созерцания (пространство и время) и априорных категорий рассудка, которые структурируют чувственный опыт.

В основании модели лежит кантовское различие трансцендентального (условия возможности опыта) и эмпирического (содержание опыта). Это различие снимает кажущееся противоречие между феноменологией Гуссерля и эволюционной биологией. Гуссерль описывает трансцендентальную структуру сознания — то, что делает любой опыт (включая эволюционный) возможным. Эволюционная биология описывает эмпирические условия, при которых эта структура была актуализирована и усилена. Рекурсия как трансцендентальная структура не могла «возникнуть» в эволюции; эволюция лишь определила, при каких обстоятельствах она стала доминирующей. Язык, в этой рамке, не создаёт интенциональность, но и не эволюционировал для её обслуживания; он возникает на пересечении двух порядков: трансцендентального (условия возможности) и эмпирического (эволюционная актуализация).

Применительно к языку это означает фундаментальную дуальность: эмпирический материал языка организуется априорными формальными структурами, делающими возможным само распознавание языкового сигнала.

Однако в эволюционном контексте кантовская дуальность порождает фундаментальное напряжение между статичностью априорных форм (которые должны быть неизменными и вневременными) и динамизмом эволюционного процесса (который предполагает возникновение, трансформацию и исчезновение структур под давлением селективных факторов).

Если универсальная грамматика Хомского — продукт эволюции, она не может быть априорной в строгом кантовском смысле. Мы снимаем это напряжение через онтогенетическую реинтерпретацию априорного: априорные структуры функционально априорны для данного носителя в онтогенезе, но сами являются продуктом филогенетической коэволюции. Это позволяет сохранить кантовскую интуицию, отказавшись от строгого трансцендентализма.

Ключевой элемент нашей модели — замена «априорного» на «архитектурные инварианты»: когнитивные структуры, которые выполняют кантовскую функцию (делают опыт возможным), но трактуются как результат эволюционной самоорганизации.

4. Архитектурные инварианты и эмпирическое разнообразие

Архитектурные инварианты — это когнитивные структуры, не выводимые из непосредственного речевого опыта, но являющиеся условием его осмысления (аналог «бедности стимула»).

Сесилия Хейс утверждает, что даже базовые когнитивные способности являются культурно усваиваемыми «гаджетами» [10], что представляет собой радикальную альтернативу априорности. Архитектурные инварианты сами являются продуктом эволюции (в терминах нишевого конструирования). Эмпирическое разнообразие языков — конкретные фонемные инвентари, синтаксические типы, падежные системы — усваивается из среды и варьируется.

Пример: способность к категориальному восприятию фонем (континуум [б]–[п] воспринимается дискретно) является архитектурным инвариантом. Положение границы варьируется от языка к языку — это эмпирическая форма.

5. Социальные микросервисы и модульность действия

Введём понятие социального микросервиса — функционально автономной единицы коллективного поведения, которая может быть выполнена без постоянной референции к более широкому контексту.

Примерами служат расщепление камня, поддержание огня, подача сигнала при опасности. Майкл Арбиб в своей гипотезе зеркальных нейронов показал, как иерархическая вложенность действий может служить нейробиологической основой для синтаксического вложения [11], что напрямую поддерживает наше понятие микросервисной оркестрации.

Сьюзан Голдин-Медоу на материале жестовых систем (хоумсайд) демонстрирует, как моторные действия порождают синтаксические структуры [12], что подтверждает эвристическую ценность аналогии между координацией действий и синтаксисом.

Люк Стилс в робототехнических экспериментах показывает, что синтаксические структуры могут эмерджентно возникать в процессе координации агентов для выполнения задач [13], что является вычислительным аналогом нашей модели.

Чтобы избежать тавтологии, мы используем понятие модульности действия, заимствованное из теории иерархической организации моторных программ.

Модульность действия означает, что сложное действие может быть разбито на стандартизированные инкапсулированные поддействия, которые сохраняют свою идентичность при включении в разные контексты. Как показал Арбиб [11], зеркальные нейроны кодируют именно такие модульные единицы действия, которые затем могут комбинироваться в иерархические последовательности.

Нейробиологически модульность действия обеспечивается кортикальными и субкортикальными цепями, формирующими «моторные примитивы» — дискретные паттерны активации, которые могут быть рекомбинированы. Когнитивный механизм, лежащий в основе модульности, — это способность к сегментации поведенческого потока на дискретные эпизоды, которые затем могут быть обозначены и переданы. Язык возникает как механизм, делающий координацию модульных действий эффективной и масштабируемой для удалённых и сложных сценариев.

Аналогия между языком и IT-архитектурой является функциональной, а не структурной. Нейробиологические работы Арбиба [11] и поведенческие эксперименты Голдин-Медоу [12] показывают, что аналогия имеет эмпирическое обоснование.

6. Язык как доопытная платформа для кластеров и микросервисов опыта

Чтобы понять отношение языка к интенциональности и рекурсии, необходимо чётко различать два уровня: платформу (априорную, доопытную форму) и кластеры микросервисов (эмпирические, опытные формы).

Платформа — это априорное условие возможности любой координации. Она не содержит в себе конкретного содержания деятельности, но задаёт формальные протоколы, без которых эта деятельность не могла бы стать совместной и осмысленной.

В кантовских терминах, платформа есть трансцендентальное условие опыта: она не выводится из опыта пользователя, но делает опыт возможным.

Применительно к языку, платформа — это те архитектурные инварианты (дискретизация, рекурсия, рефлексия), которые позволяют любые содержательные элементы («микросервисы») объединять в осмысленные последовательности и вложения. Сама по себе платформа пуста — она есть чистая форма координации, подобно тому как кантовское пространство есть чистая форма созерцания, не содержащая никаких предметов.

Кластер микросервисов, напротив, есть эмпирическое, содержательное наполнение этой формы. Микросервисы — это конкретные единицы коллективного действия (способы расщепления камня, приёмы охоты, ритуалы поддержания огня), которые могут варьироваться от сообщества к сообществу.

Кластеризация — это исторически сложившаяся группировка таких микросервисов в устойчивые комплексы, обслуживающие определённые сферы деятельности. В отличие от платформы, кластеры микросервисов полностью погружены в опыт, они возникают, трансформируются и исчезают в зависимости от экологических, технологических и социальных условий.

Отношение между платформой и кластерами микросервисов таково. Платформа (априорная форма) задаёт возможность координации любых действий. Кластеры микросервисов (эмпирическое содержание) предоставляют материал для этой координации.

Язык в собственном смысле — это и есть платформа, взятая в её операциональном измерении. Он не создаёт интенциональность, поскольку интенциональность (вложенность ментальных актов) уже присутствует в структуре сознания как его трансцендентальное свойство. Он не эволюционировал исключительно для обслуживания микросервисов, поскольку эволюционная история рекурсивной способности (как показано в разделе 2) связана с внутренним моделированием социальных отношений, а не с коммуникацией.

Язык возникает как платформа, которая делает уже существующие рекурсивные структуры доступными для внешней координации. Платформа не «изобретает» рекурсию; она

предоставляет операциональный интерфейс для использования рекурсии в коммуникативных целях. Она не «создаёт» микросервисы; она даёт возможность вызывать, комбинировать и координировать их вне непосредственного физического присутствия.

7. Инкапсуляция, полиморфизм, наследование, абстракция микросервисов

Если принять гипотезу о языке как платформе координации, то свойства, которыми микросервисы (единицы коллективного действия) обладают с точки зрения пользователя языка, получают естественную интерпретацию. Язык не создаёт эти свойства, но делает их операционально доступными для участников коммуникации. Рассмотрим четыре таких свойства.

Инкапсуляция означает, что при вызове микросервиса его внутренняя структура остаётся скрытой. Когда один участник просит другого «расщепить камень» или «поддержать огонь», он не обязан объяснять, как именно это делается — какие конкретно движения, инструменты и последовательности операций задействованы. Микросервис инкапсулирует эту сложность, предоставляя лишь интерфейс. В языковом плане это соответствует тому, что фонологическая и синтаксическая структура высказывания скрыта от участников коммуникации: они извлекают смысл, не проводя сознательного синтаксического анализа. Рэй Джекендофф в своей теории параллельной архитектуры трактует синтаксис, семантику и фонологию как независимые модули, взаимодействующие через интерфейсы [14], что является прямым аналогом инкапсуляции на уровне когнитивной архитектуры.

Полиморфизм — это способность одного и того же названия микросервиса запускать разные конкретные реализации в зависимости от контекста. Слово «идти» может означать пешую прогулку, движение транспорта или даже переносное значение («время идёт»). Пользователь языка не требует разных слов для каждого смыслового оттенка; контекст сам доопределяет значение.

Рамон Феррер-и-Канчо демонстрирует, что синтаксические зависимости подчиняются степенным распределениям [15], что может рассматриваться как формальное выражение этого полиморфизма на уровне языковой структуры.

Наследование относится к тому, как микросервисы передаются и модифицируются в культурной традиции. Праславянский микросервис «выражать отношение между субъектом и объектом» передал своим потомкам систему падежей, но каждый из языков-потомков (русский, польский, чешский) модифицировал эту систему по-своему. Язык как платформа фиксирует эти наследуемые структуры, но не определяет их; они являются продуктом исторического развития сообщества.

Абстракция позволяет пользователю языка вызывать микросервисы, относящиеся к отсутствующим, прошлым, будущим или воображаемым ситуациям. Микросервис «охота на мамонта» может быть вызван не только в момент самой охоты, но и при её планировании, ретроспективном анализе или гипотетическом обсуждении («а если бы мы зашли с другой стороны...»).

Язык как платформа делает возможным этот отрыв от непосредственной ситуации, не создавая при этом новые типы интенциональности, но предоставляя операциональные средства для её реализации.

Таким образом, перечисленные свойства — инкапсуляция, полиморфизм, наследование, абстракция — характеризуют то, как микросервисы предстают перед пользователем языка, а не внутреннее устройство самого языка. Язык лишь предоставляет интерфейс, делающий эти свойства эффективно используемыми в коммуникации.

8. Кластеризация и проверяемые следствия

Различные сообщества формировали различные кластеры микросервисов, что создавало дифференциальное давление на языковую платформу.

Альберт-Ласло Барабаши показал, что кластеризация — образование плотных групп узлов с интенсивными внутренними связями — является универсальным свойством сложных сетей, от нейронных до социальных [16].

Применим этот вывод к сообществам носителей языка. В социолингвистических терминах, сообщества с низкой экзогамией (малое число контактов с «чужаками») образуют сети с высокой плотностью микросервисов и высокими границами их кластеров, где все участники разделяют обширное фоновое знание и могут полагаться на контекст при коммуникации.

Напротив, сообщества с высокой экзогамией (частые контакты с носителями других языков или диалектов) характеризуются «разрыхлённой» сетевой структурой: узлы (носители) связаны слабее, а общий контекст значительно беднее.

Участники не могут полагаться на разделяемое фоновое (неявное) знание, поскольку собеседники принадлежат к разным субкультурам, поколениям или языковым группам.

Из этого следует уникальное предсказание нашей модели: языки, функционирующие в условиях высокой экзогамии, должны развивать аналитические средства эксплицирования ролей — фиксированный порядок слов, служебные слова, предлоги, — чтобы компенсировать отсутствие разделяемого неявного знания.

В изолированных, высококластеризованных сообществах такие средства могут быть редуцированы, так как многое достраивается из общего контекста. Это предсказание отличается от стандартных социолингвистических гипотез (Лупян и Дейл [17]; Труджилл [18]), которые постулируют простое морфологическое упрощение; наша модель предсказывает конкретное направление грамматических изменений — рост эксплицитности маркеров ролей.

В концепции «общего фонового знания», на которое опирается коммуникация в плотных социальных сетях, нетрудно узнать то, что Майкл Полани назвал неявным знанием (*tacit knowledge*) [19]: совокупность неартикулированных, не поддающихся полной формализации предпосылок, навыков и контекстуальных ожиданий, которые делают возможным любое явное высказывание, но сами не могут быть сведены к нему. Для малых изолированных сообществ с высокой внутренней кластеризацией объём такого неявного знания максимален — участники буквально «достраивают» смысл из общего жизненного мира, что позволяет редуцировать эксплицитные грамматические маркеры.

В этом пункте социолингвистическая интуиция неожиданно смыкается с древней гностической традицией, различавшей «профанное» (внешнее, предназначенное для непосвящённых) и «сакральное» (эзотерическое, внутреннее, доступное только членам закрытой группы) знание. Гностические общины сознательно культивировали неявное, передаваемое лишь в узком кругу знание, делая внешнюю речь намеренно непрозрачной для «чужаков».

Языковая эволюция в условиях экзогамии (частых контактов с чужаками) разрушает эту эзотерическую привилегию: фоновое неявное знание перестаёт быть разделяемым, и коммуникация вынуждена выносить его в явную, аналитическую структуру — как бы «переводить» неявное в явное, эзотерическое, доступное любому участнику.

Таким образом, предложенное нами предсказание о росте аналитических средств эксплицирования ролей при высокой экзогамии получает дополнительное обоснование в философии неявного знания (Полани) и в исторических практиках эзотерических сообществ

(гностики), где обратная зависимость — высокая эзотеричность → редукция эксплицитных маркеров — была осознанной стратегией сохранения знания внутри узкого круга «посвящённых».

Открывающиеся языки должны развивать аналитические средства эксплицирования ролей — фиксированный порядок слов, служебные слова, предлоги, — чтобы компенсировать отсутствие разделяемого микросервисами фонового знания. В изолированных сообществах и кластерах такие средства могут быть редуцированы, так как многое достраивается из общего контекста.

Это предсказание согласуется с данными Лупяна и Дейла [17], которые показали, что языки с большим числом носителей и высокой экзогамией обнаруживают тенденцию к морфологическому упрощению и росту аналитизма. Питер Труджилл предлагает чисто демографическое объяснение [18]. Наша модель добавляет к этому когнитивное обоснование: аналитические средства минимизируют нагрузку на интерпретацию в условиях неполного контекста.

9. Коэволюция архитектурных инвариантов и эмпирических форм

Ключевая идея модели — коэволюция архитектурных инвариантов и эмпирического разнообразия. Ким Стерелни подчёркивает роль среднего скаффолдинга (scaffolding) в когнитивной эволюции [20]. Кевин Лаланд с соавторами предложил концепцию нишевого конструирования [21]. Мортен Кристиансен и Ник Чейтер предложили модель коэволюции языка и мозга [22]. Саймон Кирби на вычислительных моделях демонстрирует, как композициональность возникает в процессе культурной эволюции [23].

Например, первоначально прото-язык мог не иметь полноценной рекурсии. По мере усложнения социальных микросервисов возникла потребность в выражении вложенных связей. Языки, развившие маркеры для таких вложений, получили преимущество — классический пример нишевого конструирования [21].

10. Три примера из разных уровней языка

Архитектурный инвариант рекурсии проявляется в способности любого языка вкладывать одну синтаксическую структуру внутрь другой без теоретического ограничения на глубину вложения. Эта способность не может быть выучена на конечном числе примеров, поскольку число возможных вложений бесконечно. Любое предложение типа «я думаю, что ты знаешь, что он сомневается, что она придёт» реализует этот инвариант. Конкретные маркеры, оформляющие рекурсивные вложения, варьируются от языка к языку: в английском союз *that* может опускаться, в русском союз «что» опущению не подлежит, в одних языках рекурсивные вложения допускаются только после главного предложения, в других — и до, и после. Рекурсия как инвариант задаёт саму возможность вложения, а эмпирические правила его оформления усваиваются из языковой среды.

Архитектурный инвариант рефлексии — способность языка быть мета-объектом по отношению к самому себе — является, согласно Хомскому, прямым следствием рекурсии. Фраза «предложение "собака лает" состоит из двух слов» рефлексивна: она использует язык для описания языкового же факта. Рефлексия не может быть выучена, поскольку для того, чтобы сказать «слово "стол" состоит из четырёх букв», нужно уже уметь относить языковое выражение к самому себе. Способы оформления рефлексивных высказываний варьируются: в одних языках используются специальные маркеры цитирования (кавычки, частицы), в других рефлексивные конструкции синтаксически неотличимы от придаточных предложений, а

рефлексивный смысл извлекается из контекста. Инвариант задаёт саму возможность рефлексии, а конкретные языковые средства её реализации исторически изменчивы.

Взаимодействие дискретизации и рекурсии демонстрирует механизм грамматического согласования. Во всех языках существует связь между элементами предложения (например, согласование подлежащего и сказуемого по числу), что предполагает дискретизацию грамматических категорий и рекурсивное распространение значений внутри синтаксической структуры. Способность к согласованию является архитектурным инвариантом, поскольку она не может быть выведена из опыта. Однако конкретные правила варьируются: в русском языке прилагательное согласуется с существительным в роде, числе и падеже; в английском — только в числе; во вьетнамском (изолирующем языке) грамматическое согласование практически отсутствует, а связь между словами выражается порядком слов и служебными частицами. Фундаментальная потребность в связывании элементов предложения сохраняется, но удовлетворяется разными эмпирическими средствами.

11. Оркестрация, виртуализация, стандартизация

Язык как платформа координации даёт три эволюционных преимущества: оркестрация (координация во времени и пространстве), виртуализация (обсуждение не-актуальных действий), стандартизация (единый формат вызова).

Марк Пейджел описывает язык как социальную технологию для заключения соглашений и координации групп [24]. Кенни Смит и соавторы показали, что итеративное обучение превращает простые сигналы в композиционные структуры [25].

12. Ограничения концепции

Ограничение 1. Парадокс масштаба. Модель не объясняет происхождение рекурсии как таковой, лишь её экзаптацию. Как отмечают Бервик и Хомский [4], язык, возможно, возник для внутреннего мышления.

Ограничение 2. Археологический контрпример. Ашельская культура демонстрирует модульность на протяжении миллиона лет, но у её создателей не было синтаксического языка [26]. Модульность сама по себе не создаёт давления к языку; давление возникает при координации в отсутствие совместного присутствия.

Ограничение 3. Терминологическое напряжение. «Архитектурные инварианты» смягчают, но не снимают напряжение со строгой кантианской позиции. Мы используем термин как эвристический.

13. Перспективы дальнейшего развития

Ограничения модели задают пять направлений дальнейших исследований. Первое — смена вопроса с происхождения языка на объяснение его структурных свойств: почему в языках преобладают иерархические конструкции? Наша гипотеза состоит в том, что иерархия оптимальна для координации вложенных микросервисов.

Второе — археология дистантной кооперации: поиск свидетельств деятельности, требующей координации вне прямой видимости (дальняя охота, обмен ресурсами).

Третье — агентное моделирование: вычислительные эксперименты Стилса [13], Кирби и Смита [25] могут быть расширены для проверки условий, при которых рекурсивная коммуникация даёт селективное преимущество.

Четвёртое — эмпирическая проверка на материале WALS и Grambank: коррелирует ли экзогамия с развитием аналитических средств эксплицирования ролей (фиксированный порядок слов, предлоги)?

Пятое — формализация сетевой структуры: математический аппарат Феррер-и-Канчо [15] позволяет перейти от качественных аналогий к количественным предсказаниям.

Каждое из этих направлений обладает собственным методологическим инструментарием и может стать основой для научных исследований.

Заключение

Предложенная концептуальная рамка связывает гипотезу Хомского с принципами кластерно-микросервисной архитектуры, фокусируясь на объяснении функциональной эволюции языка. Введены операционализируемые понятия (модульность действия, архитектурные инварианты), сформулировано уникальное фальсифицируемое следствие. Модель эксплицирует свои ограничения: парадокс масштаба, археологический контрпример и терминологическое напряжение.

Язык есть результат коэволюции доопытных архитектурных инвариантов и эмпирического разнообразия [21; 22], и понимание этой коэволюции требует интеграции лингвистики, эволюционной биологии, палеоантропологии и теории сложных систем [2].

Упомянутые в настоящей статье зарубежные образовательные и исследовательские организации (включая Harvard University и University of Cambridge), а также их издательские подразделения (MIT Press, Oxford University Press, Cambridge University Press) на дату подготовки рукописи не признаны нежелательными на территории Российской Федерации в соответствии с Федеральным законом от 28.12.2012 № 272-ФЗ и иными актами действующего законодательства. Упоминание иностранных организаций и иностранных авторов осуществляется исключительно в научных и историко-библиографических целях и не преследует никаких политических или иных целей, запрещённых законодательством Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hauser M.D., Chomsky N., Fitch W.T. The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve? // *Science*. — 2002. — Vol. 298, № 5598. — P. 1569–1579.
2. Tomasello M. *Origins of Human Communication*. — Cambridge, MA: MIT Press, 2008. — 335 p.
3. Dunbar R.I.M. The social brain hypothesis // *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*. — 1998. — Vol. 6, № 5. — P. 178–190.
4. Berwick R.C., Chomsky N. *Why Only Us: Language and Evolution*. — Cambridge, MA: MIT Press, 2016. — 184 p.
5. Гуссерль Э. Логические исследования. — Т. 2: Исследования по феноменологии и теории познания. — Москва: Академический проект, 2011. — 560 с.
6. Pinker S. *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*. — London: Penguin Books, 2003. — 528 p. (First published 1994).
7. Fitch W.T. *The Evolution of Language*. — Cambridge: Cambridge University Press, 2010. — 512 p.

8. Gould S.J., Vrba E.S. Exaptation — a missing term in the science of form // *Paleobiology*. — 1982. — Vol. 8, № 1. — P. 4–15.
9. Кант И. Критика чистого разума. — Москва: Эксмо, 2015. — 736 с.
10. Heyes C. *Cognitive Gadgets: The Cultural Evolution of Thinking*. — Cambridge, MA: Harvard University Press, 2018. — 288 p.
11. Arbib M.A. *How the Brain Got Language: The Mirror System Hypothesis*. — Oxford: Oxford University Press, 2012. — 336 p.
12. Goldin-Meadow S. *The Resilience of Language: What Gesture Creation in Deaf Children Can Tell Us About How All Children Learn Language*. — New York: Psychology Press, 2003. — 400 p.
13. Steels L. Modeling the cultural evolution of language // *Physics of Life Reviews*. — 2011. — Vol. 8, № 4. — P. 339–356.
14. Jackendoff R. *Foundations of Language: Brain, Meaning, Grammar, Evolution*. — Oxford: Oxford University Press, 2002. — 496 p.
15. Ferrer-i-Cancho R. The structure of syntactic dependency networks // *Biology, Sociology, Geology by Computational Physicists* / eds. J.M. Rubi, C. Perez-Vicente, F.G. Ruiz. — Amsterdam: Elsevier, 2006. — P. 275–283.
16. Barabási A.-L. *Network Science*. — Cambridge: Cambridge University Press, 2016. — 480 p.
17. Lupyan G., Dale R. Language structure is partly determined by social structure // *PLoS ONE*. — 2010. — Vol. 5, № 1. — Art. e8559.
18. Trudgill P. *Sociolinguistic Typology: Social Determinants of Linguistic Complexity*. — Oxford: Oxford University Press, 2011. — 192 p.
19. Полани М. Личностное знание: на пути к посткритической философии / М. Полани; пер. с англ. М.Б. Гнедовского, Н.М. Смирновой, Б.А. Старостина; под общ. ред. В.А. Лекторского. — Москва: Прогресс, 1985. — 344 с.
20. Sterelny K. *The Evolved Apprentice: How Evolution Made Humans Unique*. — Cambridge, MA: MIT Press, 2012. — 248 p.
21. Laland K.N., Odling-Smee J., Feldman M.W. Niche construction, biological evolution, and cultural change // *Behavioral and Brain Sciences*. — 2000. — Vol. 23, № 1. — P. 131–146.
22. Christiansen M.H., Chater N. *Creating Language: Integrating Evolution, Acquisition, and Processing*. — Cambridge, MA: MIT Press, 2016. — 368 p.
23. Kirby S. Culture and biology in the origins of linguistic structure // *Psychonomic Bulletin & Review*. — 2017. — Vol. 24, № 1. — P. 118–137.
24. Pagel M. *Wired for Culture: Origins of the Human Social Mind*. — New York: W.W. Norton & Company, 2012. — 432 p.
25. Kirby S., Smith K., Brighton H. From UG to universals: Linguistic adaptation through iterated learning // *Studies in Language*. — 2004. — Vol. 28, № 3. — P. 587–607.
26. Tattersall I. *Masters of the Planet: The Search for Our Human Origins*. — New York: Palgrave Macmillan, 2012. — 272 p.

Tarasenko Vladislav Valerievich

State University of Education, Moscow, Russia

E-mail: v5093075@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3328-8197>

From Kant to Chomsky: architectural invariants and the microservice model of the functional evolution of language as a platform of cognition

Abstract. The article proposes a conceptual bridge between Noam Chomsky's theory of generative grammar, Edmund Husserl's phenomenology, Immanuel Kant's transcendental philosophy, and the principles of cluster-microservice architecture (CMA). The study does not claim to explain the primary origin of language but focuses on its functional evolution and co-evolution with social practices. It is shown that the recursive capacity, which emerged as an adaptation for internal modeling, was co-opted (via the mechanism of exaptation) for the external coordination of social microservices. The concept of «architectural invariants» (discretization, recursion, reflexivity) is introduced as ontogenetically a priori conditions for the possibility of linguistic experience, which co-evolve with the empirical diversity of microservice clusters. Functional analogues of object-oriented programming properties — encapsulation, polymorphism, inheritance, and abstraction — are analyzed as applied to linguistic structures. Based on CMA, a unique falsifiable consequence is formulated: in communities with high exogamy, languages develop analytical means of role explication to compensate for the deficit of tacit background knowledge. The conclusion explicates the unavoidable limitations of the model, including the scale paradox and the archaeological counterexample of Acheulean culture, and outlines prospects for empirical testing and agent-based modeling. The article is addressed to philosophers, linguists, cognitive scientists, and specialists in complex systems theory.

Keywords: recursion; microservice architecture; functional evolution of language; exaptation; modularity of action; architectural invariants; niche construction