

УДК 004.81

doi: 10.15622/rcai.2025.009

## ЭМБЕДДИНГ ИНТЕНСИЙ РЕЧЕВЫХ АКТОВ В СЕМАНТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО

Д.Л. Хабаров (*hdl001@campus.mephi.ru*)

А.В. Самсонович (*avsamsonovich@mephi.ru*)

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,  
Москва

В работе представлена семантическая карта интенсий, понимаемых как коннотации речевых актов. Результат включает набор 125 пар интенсий, вложенных в семантическое пространство, и граф отношений между ними, а также нейронную сеть, обученную распознавать заданные интенции в высказываниях. Этот инструмент может использоваться для создания формальных представлений социально-реляционных аспектов речевых актов в диалоге. Метод построения карты основан на использовании OpenAI ChatGPT, тонкой настройке большой языковой модели (БЯМ), линейной алгебре и теории графов. Построенная модель выходит за рамки популярных подходов к анализу тональности или эмоциональной окраски текстов на естественном языке. Будучи общей моделью, она может использоваться для создания специализированных моделей для ограниченных парадигм. Это позволяет эффективно интегрировать БЯМ с символьными моделями, такими как когнитивная архитектура eBICA, для создания социально-эмоциональных диалоговых агентов.

**Ключевые слова:** семантическое картирование, LLM, BICA, DistilBERT, нейро-символьная интеграция, социальные интеллектуальные агенты.

### Введение

Появление генеративного искусственного интеллекта (ИИ) открыло новые возможности взаимодействия человека и компьютера, выявив и существенные ограничения [Borazjanizadeh et al., 2024]. Рассмотрим два основных подхода в ИИ: «статистический ИИ», включая большие языковые модели (БЯМ), развивающий когнитивные функции через статистическое обучение данным без учета знаний предметной области, и «когни-

тивный ИИ», включая когнитивные архитектуры (КА), где семантика и функциональность закладываются разработчиками «вручную». КА уникальны благодаря их способности воспроизводить высшие функции разума (человекоподобную мотивацию, социально-эмоциональный, метакогнитивный, телеологический интеллект и т.п.), в чем статистический ИИ слаб. Однако КА, будучи созданными вручную, ограничены узкими парадигмами, тогда как БЯМ универсальны. Напрашивается мысль, что два подхода могли бы дополнить друг друга. Раскрытие данного потенциала возможно путем интеграции подходов, требующей двустороннего преобразования между естественным языком и формальными представлениями символьных моделей. Это преобразование может выполняться специально обученными БЯМ [Liu et al., 2024].

Ключевая область применения – социальные когнитивные агенты с эмоциональным интеллектом [Marsella et al., 2010], [Jung et al., 2011]. Такие агенты должны не только владеть языком, но и понимать психологическое состояние собеседника, включая его социально-реляционные установки, для генерации адекватной многомодальной реакции. Достижение уровня человека требует выхода за рамки базовых эмоций и популярных моделей [Russell, 1980], [Mehrabian, 1995], [Ekman, 1992], [Plutchik, 1982], [Ortony et al., 1988].

## 1. Основные понятия

В данной работе предлагается нейросетевой подход к формальному описанию множества интенциональностей, значимых для социальных отношений в диалоге [Jacob, 2023], [Zhuravlev et al., 2016]. Далее в фокусе внимания будет понятие «интенсия», определенная как социально-реляционная коннотация речевого акта (в отличие от понятия «интенция», означающего «намерение» [Scheer, 2004]). Интенсия же, понимаемая как коннотация, обозначает смысл речевого акта как "знака" [Wikipedia Contributors, 2024]. Это понятие близко к понятию перлокутивной интенции (ожидаемый эффект на слушателя) [Frijda, 1993; Searle, 1979].

Цель данной работы – построение семантической карты, характеризующей вербальные коммуникации. Термин "семантическая карта" здесь означает представление множества интенсий векторами в семантическом пространстве вместе с графом семантических отношений между ними [Huth et al., 2016], [Huth et al., 2012], [Samsonovich, 2018a]. Под семантическим пространством понимается линейное пространство, элементы которого несут смысловую нагрузку, а его геометрические свойства отражают семантические связи между элементами [Cowen, Keltner 2021], [Samsonovich, 2018b], [Samsonovich et al., 2010]. Близкое по смыслу понятие – концептуальное пространства [Gardenfors, 2004].

**Отношения между интенсиями.** После формирования списка интенсий определяются семантические и прагматические отношения между ними. Мы ограничимся четырьмя видами отношений: антонимия, комплементарность, антикомплементарность, активность/реактивность (контрапарты). Примеры будут указаны в следующем разделе.

## **2. Построение исходного списка интенсий**

Здесь мы описываем, как в этой работе был построен набор интенсий.

### **2.1. Источники и требования для списка интенсий**

Изучение конкретных случаев различных социальных ситуаций было основным источником для составления набора практически значимых интенсий. Другие источники включают данные анализа тональности и настроений (sentiment and tone analysis), сложные модели эмоций и связанные с ними наборы данных [HUMAINE, 2006].

**Основные требования к списку интенсий** следующие: интенсия не должна быть одним словом, а представлять собой краткое описание действия. Интенсия должна быть социально направленной – включать получателя действия. Интенсия должна выражаться в предикативной форме:  $P(a,b,c,d)$ , где  $a$  – агент,  $b$  – получатель,  $c$  – действие (например, *express, ask, offer*), а  $d$  – дополнительная детализация действия (например, *express sympathy, ask for help*). Допускаются уточнения для  $d$ , например: *Express interest in person's thoughts*. Интенсия не должна состоять из логической комбинации нескольких предикатов. Не должны включаться предварительные условия, контекст ситуации, конкретные формулировки или ожидаемые реакции получателя.

### **2.2. Процедура составления**

Экспертами, которые обладали достаточными знаниями в предметной области, был создан список из 43 интенсий на основе работ по речевым актам [Searle, 1979] и интенциональностям в дискурсе [Zhuravlev et al., 2016], анализа корпусов диалогов (таких как Switchboard), исследования различных парадигм социального взаимодействия. Также моделировались диалоги в установленных парадигмах, чтобы учесть различные социальные ситуации, которые были источником новых интенсий.

Параллельно, с использованием специального промпта, модель GPT-4o сгенерировала приблизительно 1000 интенсий. После ручной фильтрации по тем же критериям, что и для эталона, был получен очищенный БЯМ-список из 98 интенсий. Детальное сравнение двух списков показало высокую репрезентативность и точность БЯМ-результатов: 93% эталонных интенсий (40 из 43) имеют прямой или близкий семантический аналог в БЯМ-списке. На основе текущего списка БЯМ модель генерировала новые примеры, процесс продолжался несколько десятков итераций, пока

все новые примеры еще не были в существующем списке. Таким образом было построено максимально возможное покрытие. Фрагмент результирующего набора данных представлен в табл. 2.

Таблица 2

Интенсия	Антоним
Encourage positive emotions in the interlocutor	Evoke negative emotions or discourage enthusiasm
Express a desire to communicate	Show disinterest in communication
Express doubt for something	Express certainty or unquestioning belief
End the conversation in a polite way	End the conversation abruptly or rudely

### 3. Установление отношений и формирование графа интенсий

Следующий этап включал выявление комплементарных и антикомплемментарных связей между интенсиями. Примеры комплементарных отношений представлены в табл. 3. Для каждой интенсии и ее антонима эксперт назначал комплементарную интенсию – социально правдоподобный ответ реципиента. Если подходящая формулировка уже существовала в наборе, то она же использовалась для комплементарной; иначе создавалась новая с соблюдением требований. Интенсии в колонке "Комплементарная" рассматриваются как реактивные (пассивные), поскольку являются реакциями на исходное действие. Некоторые из них могут проявляться и как активные в зависимости от контекста – быть инициированы агентом по собственному желанию.

Таблица 3

Интенсия	Комплементарная	Антикомплементарная
Acknowledge a person's work	Express appreciation to a person	Show ingratitude or indifference
Adopt a formal tone in a conversation	Adopt a formal tone in a conversation	Adopt an informal tone in a conversation
Ask for clarification from a person	Clearly explain the details	Refuse to explain anything

Комплементарные связи стали основным механизмом расширения набора: исходные 98 интенсий увеличились до 125. Определение интенсий, которые являются реакциями на исходные интенсии, замыкает различные социальные ситуации, представленные этими же самыми интенсиями. Таким образом полученный список отражает набор ситуаций в интересующих нас парадигмах.

Каждая антонимическая пара активных интенсий определяет ось координат в семантическом пространстве для оценки речевых актов.

Итоговый граф (рис. 1) содержит три компоненты связности: основную (436 вершин), кластер формальный/неформальный тон (9 узлов) и кластер вежливый/невежливый стиль (4 узла). Распределение связей: 317 антонимических, 230 комплементарных, 243 антикомплементарных, 132 активно-пассивных.

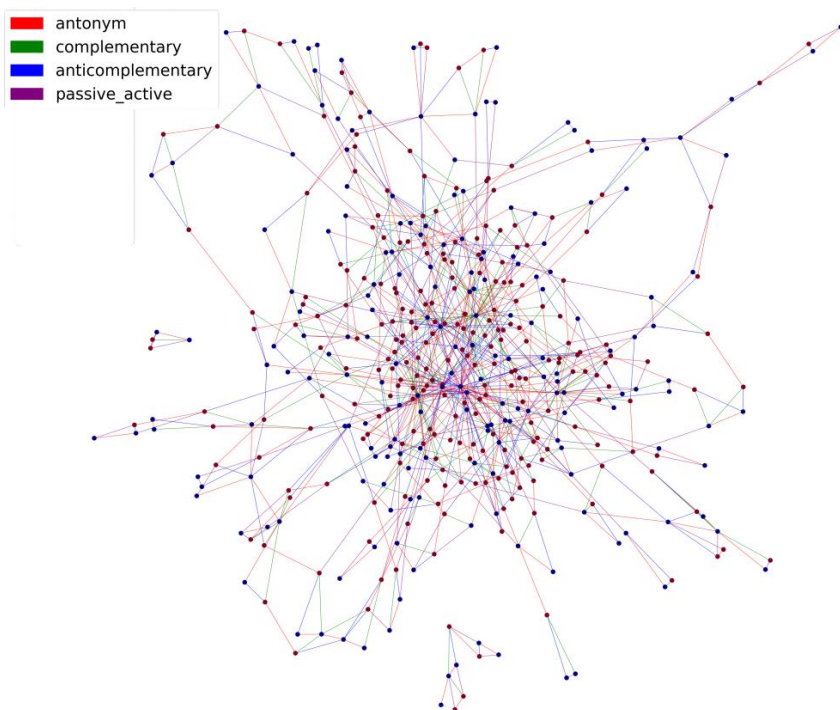


Рис. 1. Визуализация графика интенсии, легенда показывает цвета ребер

Степени вершин:  $\min=2$ ,  $\max=47$ , средняя=4.11. Основная компонента: диаметр=13, радиус=7, центральных вершин=15. Точки сочленения: 21, мосты: 3. Минимальное внешне устойчивое множество: 99 вершин, минимальное вершинное покрытие: 241. Цикломатическое число: 476, хроматическое число: 4.

Две меньшие компоненты представляют собой обособленные подпространства, связанные со стилистическими особенностями (формальность и вежливость), что указывает на их относительную независимость от ядра. Граф обладает умеренной плотностью (средняя степень вершины 4.11), а также 21 точкой сочленения и 15 центральными вершинами. Это указыва-

ет на существование блоков в графе, которые могут функционировать как самостоятельные семантические единицы, несмотря на включенность в общую структуру.

## 4. Сокращение размерности семантического пространства

### 4.1. Маркировка полученного набора данных с использованием глубокой нейронной сети

Для матрицы оценок  $\mathbf{R}$ , где  $r_{ij}$  представляет оценку элемента по шкале  $s_i$ , цель состоит в том, чтобы вложить элементы и шкалы в общее линейное пространство  $\mathbb{R}^d$ . В этом пространстве элементы представлены векторами  $\mathbf{u}_i$ , а шкалы – векторами  $\mathbf{v}_j$ , так что:

$$r_{ij} = \mathbf{u}_i^T \mathbf{v}_j. \quad (3)$$

Предполагая, что данные декоррелированы и стандартизированы с помощью аффинного преобразования:

$$\mathbf{u}_i = \mathbf{U} \mathbf{u}_i', \quad \mathbf{v}_j = \mathbf{V} \mathbf{v}_j', \quad (4)$$

Эмпирическая матрица Грама для шкал аппроксимируется ковариацией

$$\mathbf{G} = \mathbf{U} \mathbf{U}^T \mathbf{V} \mathbf{V}^T. \quad (5)$$

Для восстановления векторов шкал выполняется спектральное разложение:

$$\mathbf{G} = \mathbf{W} \mathbf{\Lambda} \mathbf{W}^T. \quad (6)$$

Решение определено с точностью до ортогонального преобразования  $\mathbf{Q}$ , а его размерность определяется рангом  $r$ . Отрицательные собственные значения в  $\mathbf{\Lambda}$  (обусловленные шумом) отбрасываются в качестве регуляризации.

**Архитектура нейронной сети.** Для оценки того, выражает ли речевой акт конкретную интенцию или ее антоним вдоль заданной семантической шкалы, мы разработали бинарную классификационную модель на основе **DistilBERT** (рис. 2) – облегченной и вычислительно эффективной версии BERT, работающей на 60% быстрее при потере точности не более 3% [SanhSanh et al, 2019]. Большое число интенций и классификаторов было основной причиной использовать более вычислительно эффективную архитектуру.

Входом модели является текстовая фраза, представляющая речевой акт. Токены преобразуются в эмбединги (768D), маска внимания отделяет реальные токены от паддинга. DistilBERT обрабатывает последовательность, выдавая контекстуализированные эмбединги токенов. Для классификации общего смысла применяется **mean pooling** для всей последовательности эмбедингов. В результате получается единый вектор, представляющий семантику фразы.

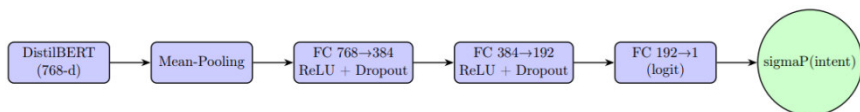


Рис. 2. Архитектура нейросети

Объединенный вектор предложения затем пропускается через трех-слойную нейронную сеть прямого распространения.

Архитектура модели включает следующие слои (рис. 2):

- Первый слой преобразует 768-мерный вход в 384 измерения с последующей функцией активации ReLU и слоем dropout (rate=0.3) для предотвращения переобучения.
- Второй слой уменьшает вектор с 384 до 192 измерений, также с ReLU и dropout (0.3).
- Финальный слой – полносвязное линейное преобразование из 192 в единое скалярное значение (логит) без функции активации.

Для стабильности и эффективности обучения все линейные слои инициализируются с помощью инициализации униформы Ксавье. Логистическая функция – сигмоида с порогом 0.5 – определяет бинарную классификацию (антонимический класс при  $< 0.5$ ).

**Процесс обучения.** Основная сложность заключается в отсутствии размеченных данных, или данных, которые потенциально содержали бы интенции из нужного списка. Для создания датасета был сгенерирован набор примеров для каждой интенции с использованием OpenAI API и следующего промпта:

*«Сгенерируй 20 разнообразных реплик, выражающих интенцию [НАЗВАНИЕ ИНТЕНСИИ] в диалоге. Реплики должны быть естественными и содержать явные признаки этой интенции.»*

Множество примеров было расширено через парафразирование: GPT-4o сгенерировал по 4 парафраза для каждой базовой фразы. Итоговый набор содержал по 80 примеров на интенцию. Каждый речевой акт проверялся экспертом на содержание указанных интенсий. Было произведено сравнение примеров, генерируемых GPT-4o и DeepSeek. Среднее попарное косинусное сходство примеров одной интенции для рассмотренных интенсий = **0.66**, а косинусное сходство усредненных эмбедингов примеров = **0.97**, что показывает очень сильную семантическую близость примеров, созданных разными БЯМ.

Кроме того, был проведен эксперимент, в котором сгенерированные примеры речевых актов для набора интенсий размечала группа экспертов, также обладающих знаниями в этой области, на предмет содержания интенции в представленном речевом акте: 95% доверительный интервал для коэффициента корреляции Пирсона -  $[0.84, 0.87]$ , что показывает высокий уровень согласованности оценок экспертов и БЯМ.

**Оценка результатов.** Каждая из 125 семантических шкал оценена отдельным бинарным классификатором, обученным различать целевую интенцию и ее антоним. Средняя точность классификации по всем шкалам на тестовой выборке составила **94.25%** ( $SD = 5.05\%$ ), демонстрируя высокую точность классификации.

Для каждого сгенерированного речевого акта были применены все бинарные классификаторы, а выбор интенции определялся как первый по степени уверенности. Параллельно с этим тестировалась модель, обученная как многоклассовый классификатор, хотя такой подход не отвечает поставленной цели. Многоклассовый классификатор нормирует вероятности и выбираем одну лучше представленную интенцию, а для текущей задачи необходимо для каждой интенции оценить степень ее присутствия в интервале  $[0,1]$ , и только потом уже можно определить лидирующую интенцию. Кроме того, такая система не является гибкой в случае удаления или добавления новых интенсий в списке.

Для части данных, размеченных экспертами, были применены все 125 классификаторов и точность по вхождению топ-1 составила **87,12%**, а для вхождения в топ-3 **91,56%**, что показывает хороший уровень определения лидирующих интенсий, а также помогает оценить степень присутствия любой другой.

**Разметка данных.** После обучения классификаторов создан набор из 1750 высказываний, оцененных по всем 125 семантическим шкалам. Каждое высказывание пропущено через каждый бинарный классификатор, получая "сырые" оценки на интервале  $[0, 1]$ . Оценки линейно преобразованы в интервал  $[-1, 1]$  для последующих преобразований (1)–(4). Результирующая матрица  $Z$  формирует начальное семантическое представление высказываний в пространстве интенсий.

#### **4.2. Сокращение размерности семантического пространства**

После преобразования матрицы Грама была получена матрица размерностью  $125 \times 92$ , которая является вложением исходного набора шкал  $V$ . Результат – семантическое пространство как вложение интенсий, с помощью которого можно определить углы между шкалами для выявления семантической близости или ортогональности. Примеры минимальных углов между шкалами:

- "Encourage hope in interlocutor" – "Encourage positive emotions in interlocutor" ( $32.71^\circ$ ).
- "Express care for person" – "Express empathy to person" ( $33.33^\circ$ ).
- "Inspire person" – "Motivate person" ( $33.41^\circ$ ).

Найденные ортогональные координаты (которые являются линейными комбинациями исходных шкал) затруднительно интерпретировать семантически. Поэтому для построения семантических подпространств предла-



гается выбирать подмножество шкал, образующих косоугольный полный базис (например, можно объединить семантически близкие шкалы, а также те шкалы, которые ближе всего к главным компонентам).

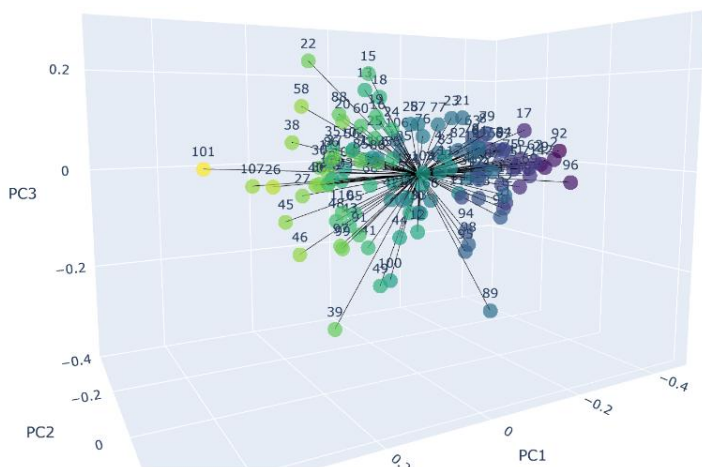


Рис. 3. Проекция шкал на первые три компоненты во вложении, линии идут от нулевых координат

Полученный эмбединг (рис. 3) показывает, насколько близки шкалы друг к другу. Минимальный угол ( $32.71^\circ$ ) не позволяет напрямую объединять отдельные пары. Тем не менее с их помощью все еще можно выделить группы семантически близких шкал (например: **Inspire a person in something**, **Motivate a person for something** и **Help a person restore their confidence**). Эти группы могут быть объединены путем редактирования списка интенсив. Альтернативно, можно работать с полным набором 125 шкал.

Полученная модель позволяет строить специализированные семантические подпространства для конкретных социальных ситуаций (при помощи выбора подмножеств координат), а также строить функции перехода между подпространствами, используя полученное вложение. Это открывает возможности для моделирования динамики диалога с правилами перехода между его этапами.

## Заключение

Результатом данной работы является методика построения семантической карты коммуникативных интенсив, а также сама построенная семантическая карта, включающая список интенсив, их эмбединг в семантическое пространство и граф их отношений. Охарактеризованы топология графа и размерность пространства. Составлен набор из 125 антонимиче-

ских пар активных интенсий, интерпретированных как семантические шкалы. Граф их отношений содержит 449 узлов и 922 ребра. Разделение графа на три компоненты связности указывает, что некоторые подмножества интенсий могут формировать обособленные семантические подпространства.

Для оценки естественных высказываний относительно этих шкал обучена серия бинарных классификаторов на архитектуре DistilBERT, а также реализован многоклассовый классификатор на данной основе. Модели продемонстрировали высокую точность со средним значением 88.12%, полученным на данных реальных диалогов, подтвердив надежное распознавание нюансов социальных коннотаций в естественном языке.

Кроме того, методами линейной алгебры получено 92-мерное вложение шкал интенсий. Это вложение позволяет сократить размерность семантической карты путем отбрасывания менее информативных координат, сохраняя при этом все 125 исходных шкал в новом пространстве меньшей размерности как переопределенный базис. Данные модели могут использоваться для определения правил перехода между семантическими подпространствами, что полезно при построении моделей социальной динамики на базе КА типа eBICA [Samsonovich, 2020].

Перспективные направления включают: расширение набора интенсий через новые типы семантических отношений; сжатие набора путем удаления семантически избыточных концептов с использованием вложений; улучшение классификаторов путем добавления данных, включая примеры речевых актов без целевых интенсий; построение специализированных семантических подпространств для конкретных социальных сценариев (фаза знакомства, поиск общих интересов).

### Список литературы

- [Borazjanizadeh et al., 2024] Borazjanizadeh N., Piantadosi S.T. Reliable reasoning beyond natural language. arXiv:2407.11373v2 (19 July 2024). – doi: 10.48550/arXiv.2407.11373.
- [Liu et al., 2024] Liu S., Xu J., Tjangnaka W., Semnani S.J., Yu C.J., Lam M.S. SUQL: Conversational search over structured and unstructured data with large language models. arXiv:2311.09818v2 (2024). – doi: 10.48550/arXiv.2311.09818.
- [Marsella et al., 2010] Marsella S., Gratch J., Petta P. Computational models of emotion / In: Scherer, K.R., Bänziger, T., Roesch, E. (Eds.) A Blueprint for Affective Computing: A Sourcebook and Manual. – Oxford: Oxford University Press, 2010.
- [Jung et al., 2011] Jung Y., Kuijper A., Fellner D., Kipp M., Miksatko J., Gratch J., Thalmann D. Believable virtual characters in human-computer dialogs: State of the art report // In: Proc. 32nd Annual Conference of the European Association for Computer Graphics. – ACM Press, 2011. – P. 1-26.
- [Russell, 1980] Russell J.A. A circumplex model of affect // Journal of Personality and Social Psychology. – 1980. – Vol. 39(6). – P. 1161-1178.

- [**Mehrabian, 1995**] Mehrabian A. Framework for a comprehensive description and measurement of emotional states // Genetic, Social, and General Psychology Monographs. – 1995. – Vol. 121(3). – P. 339-361.
- [**Ekman, 1992**] Ekman P. An argument for basic emotions // Cognition and Emotion. – 1992. – Vol. 6(3). – P. 169-200. – doi: 10.1080/02699939208411068.
- [**Plutchik, 1982**] Plutchik R. A psychoevolutionary theory of emotions // Social Science Information. – 1982. – Vol. 21. – P. 529-553.
- [**Ortony et al., 1988**] Ortony A., Clore G.L., Collins A.M. The Cognitive Structure of Emotions. – Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- [**Jacob, 2023**] Jacob P. Intentionality. The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Spring 2023 Edition) / E.N. Zalta, U. Nodelman (Eds.). – URL: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2023/entries/intentionality>.
- [**Zhuravlev et al., 2016**] Zhuravlev A.L., Pavlova N.D., Zachesova I.A. On discourse, discursive influence and information-psychological security: Instead of a preface / In: A.L. Zhuravlev, N.D. Pavlova, I.A. Zachesova (Eds.). Psychology of Discourse: Problems of Determination, Influence, Security [Psikhologiya Diskursa: Problemy Determinatsii, Vozdeystviya, Bezopasnosti]. – Moscow: Institute of Psychology RAS, 2016. – P. 5-10 (in Russian).
- [**Huth et al., 2016**] Huth A.G., De Heer W.A., Griffiths T.L., Theunissen F.E., Gallant J.L. Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex // Nature. – 2016. – Vol. 532(7600). – P. 453-458. – doi: 10.1038/nature17637.
- [**Huth et al., 2012**] Huth A.G., Nishimoto S., Vu A.T., Gallant J.L. A continuous semantic space describes the representation of thousands of object and action categories across the human brain // Neuron. – 2012. – Vol. 76. – P. 1210-1224. – doi: 10.1016/j.neuron.2012.10.014.
- [**Samsonovich, 2018a**] Samsonovich A.V. On semantic map as a key component in socially-emotional BICA // Biologically Inspired Cognitive Architectures. – 2018. – Vol. 23. – P. 1-6. – doi: 10.1016/j.bica.2017.12.002.
- [**Cowen, Keltner 2021**] Cowen A.S., Keltner D. Semantic space theory: A computational approach to emotion // Trends in Cognitive Sciences. – 2021. – Vol. 25(2). – P. 124-136. – doi: 10.1016/j.tics.2020.11.004.
- [**Samsonovich, 2018b**] Samsonovich A.V. On semantic map as a key component in socially-emotional BICA // Biologically Inspired Cognitive Architectures. – 2018. – Vol. 23. – P. 1-6. – doi: 10.1016/j.bica.2017.12.002.
- [**Samsonovich et al., 2010**] Samsonovich A.V., Goldin R.F., Ascoli G.A. Toward a semantic general theory of everything // Complexity. – 2010. – Vol. 15(4). – P. 12-18. – doi: 10.1002/cplx.20293.
- [**Gardenfors, 2004**] Gardenfors P. Conceptual Spaces. Cambridge. – MA: MIT Press, 2004.
- [**Scheer, 2004**] Scheer Richard. The ‘mental state’theory of intentions // Philosophy. – 2004. – 79.1. – P. 121-131.
- [**Wikipedia Contributors, 2024**] Wikipedia Contributors. Intension. Wikipedia, The Free Encyclopedia. – 2024. – URL: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Intension&oldid=1242642153>.
- [**Vanderveken, Searle, 1985**] Vanderveken D., Searle J.R. Foundations of Illocutionary Logic. – Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

- [**Samsonovich, 2013**] Samsonovich, A.V. Emotional biologically inspired cognitive architecture // *Biologically Inspired Cognitive Architectures*. – 2013. – Vol. 6. – P. 109-125. – doi: 10.1016/j.bica.2013.07.009.
- [**Samsonovich, 2020**] Samsonovich A.V. Socially emotional brain-inspired cognitive architecture framework for artificial intelligence // *Cognitive Systems Research*. – 2020. – Vol. 60. – P. 57-76. – doi: 10.1016/j.cogsys.2019.12.002.
- [**HUMAINE, 2006**] HUMAINE Emotion Annotation and Representation Language (EARL). – 2006. – URL: <http://emotion-research.net/projects/humaine/earl>.
- [**Searle, 1979**] Searle John R. Expression and meaning: Studies in the theory of speech acts. – Cambridge University Press, 1979.
- [**SanhSanh et al, 2019**] Debut L., Chaumond J., & Wolf T. DistilBERT, a distilled version of BERT: smaller, faster, cheaper and lighter // *arXiv preprint arXiv:1910.01108*. – 2019.