Научно-практический журнал

РЕЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Speech technology

1 2025

Речевые технологии
1/2025

Главный редактор: ***Харламов Александр Александрович,***
доктор технических наук, kharlamov@analyst.ru

Состав редколлегии:
Заместитель главного редактора: ***Потапова Родмонга Кондратьевна,***
доктор филологических наук, профессор, rkpotapova@yandex.ru
Азаров Илья Сергеевич*, доктор технических наук, профессор,*
azarov@bsuir.by, Беларусь
Голенков Владимир Васильевич*, доктор технических наук, профессор,*
golen@bsuir.by, Беларусь
Дмитриев Владимир Тимурович*, кандидат технических наук,*
vol77@rambler.ru
Железны Милош*, PhD,*
zelezny@kky.zcu.cz, Чехия
Жигулёвцев Юрий Николаевич*, кандидат технических наук,*
ynzh@mail.ru
Карпов Алексей Анатольевич*, доктор технических наук,*
karpov@iias.spb.ru
Коренева Ольга*, PhD,*
quovadis36@gmail.com, Испания
Кудубаева Сауле Альжановна*, кандидат технических наук,*
saule_58@mail.ru, Казахстан
Кушнир Дмитрий Алексеевич*, кандидат технических наук,*
kushdal@yandex.ru
Лобанов Борис Мефодьевич*, доктор технических наук,*
lobanov@newman.bus-net.by, Беларусь
Ляксо Елена Евгеньевна*, доктор биологических наук,*
lyakso@gmail.com
Максимов Евгений Михайлович*, доктор технических наук,*
maximovem@inbox.ru
Мещеряков Роман Валерьевич*, доктор технических наук, профессор,*
mrv@ieee.org
Пильгун Мария Александровна, *доктор филологических наук,*
pilgun@yandex.ru
Расходчиков Алексей Николаевич, *кандидат социологических наук,*
silaslowa@mail.ru
Ронжин Андрей Леонидович*, доктор технических наук,*
ronzhin@iias.spb.su
Славкова Светлана*, PhD,*
svetlana.slavkova@unibo.it, Италия
Смирнов Иван Валентинович, *кандидат физико-математических наук,*
ivs@isa.ru
Сулейманов Джавдет Шевкетович*, академик Академии наук Татарстана,*
профессор, alsu_73@list.ru
Чучупал Владимир Яковлевич*, кандидат технических наук,*
v.chuchupal@gmail.com

Содержание

Аверкин А. Н.

Объяснимый искусственный интеллект XAI 2.0: манифест открытых задач и междисциплинарных направлений 3

Титов А. В.

О формировании философии и логики как нового образа науки 9

Михалевский Д. В.

Фрактальная семантика, или Семантические фракталы бытия 25

Мещеряков Р. В.

Об оценке семантического шума 41

Катаев М. Ю.

Семантическое ви́дение. 47

Джунковский А. В.

Вызовы лингвистической экспертизы смыслового содержания интерактивных аудиовизуальных произведений 64

Рыжов В. А., Захарчук О. Т.

Эффективное управление знаниями: единая онтология, когнитивно-агентный подход и платформенное решение с использованием алгоритмов ИИ. 67

Харламов А. А.

Человек смотрит на мир 96

Редакция:

Редактор: *Полина Иванова*
Корректор: *Людмила Асанова*
Дизайн: *Анна Ладанюк*
Вёрстка: *Евгения Соболь*

Адрес редакции: 109341, Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2.
Тел.: +7 495 345 52 00
Электронная почта: narob@yandex.ru
Сайт: www.speechtechnology.ru, www.narodnoe.org

Подписано в печать 30.10.2025. Формат 60×90⅛. Бумага офсетная. Печать офсетная.
У.-п.л. 13,75. Заказ № . Издательский дом «Народное образование».
Отпечатано в типографии ИД «Народное образование».
109341, Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2. Тел.: +7 495 345 52 00/59 00.

© «Народное образование», 2025

УДК 004.85

Объяснимый искусственный интеллект XAI 2.0: манифест открытых задач и междисциплинарных направлений[1]

***Аверкин А. Н.**, ведущий научный сотрудник отдела интеллектуальных систем Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН, РЭУ им. Г. В. Плеханова, Москва, averkin2003@inbox.ru*

Статья посвящена концепции объяснимого искусственного интеллекта второго поколения (XAI 2.0), возникшей как ответ на ограничения традиционных post hoc методов интерпретации моделей. Рассматриваются основные недостатки XAI 1.0, включая отсутствие стандартизации метрик и баланса между точностью и интерпретируемостью, а также недостаточную ориентацию на конечного пользователя. В работе описан манифест XAI 2.0, включающий 27 открытых задач, сгруппированных в девять категорий, охватывающих создание объяснений для новых типов ИИ, оценку методов, адаптацию к различным областям применения, смягчение негативного воздействия и социальное влияние. Особое внимание уделяется значению XAI 2.0 для Индустрии 4.0 и 5.0, где объяснения рассматриваются как средство генерации знаний и двухстороннего взаимодействия между человеком и системой. Подчеркивается необходимость интеграции объяснимости в архитектуру моделей, обеспечения совместимости между платформами и разработки действенных объяснений, применимых к бизнес-процессам и производственным.

• объяснимый искусственный интеллект • XAI 2.0 • интерпретируемость • Индустрия 4.0 • Индустрия 5.0 • доверительный ИИ • генерация знаний

Программа AI Next, запущенная Агентством перспективных оборонных исследовательских проектов (DARPA) в 2017 г., была направлена на изучение и разработку технологий искусственного интеллекта следующего поколения, в частности объяснительного искусственного интеллекта [1]. Она фокусируется на продвижении ИИ за пределы узких приложений для создания систем, которые являются более надежными, адаптируемыми и объяснимыми.

С момента появления программы DAPPA по объяснительному искусственному интеллекту (XAI) и до настоящего времени XAI эволюционировал от небольшой темати-

[1] Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-71-10112. https://rscf.ru/project/22-71-10112

ческой области до активного поля исследований с большим количеством теоретических работ, эмпирических исследований и обзоров. XAI стал междисциплинарной областью, охватывающей такие дисциплины, как инженерия, химия, биология, образование, психология, нейронаука и философия.

Объяснимость считается одним из четырёх ключевых принципов надёжного ИИ вместе с уважением к человеческой автономии, предотвращением вреда и справедливостью.

Однако точная связь между объяснимостью и другими требованиями к надёжному ИИ пока неясна, что затрудняет оценку общего влияния XAI на проектирование надёжных систем ИИ.

Ограничения современных моделей XAI 1 являются следующими.

1. Апостериорные объяснения могут не в полной мере отражать сложность модели.

2. Отсутствие стандартизации метрик оценки для объяснимости.

3. Трудности в балансе точности и интерпретируемости.

4. Ограниченное внимание к дизайну, ориентированному на пользователя, что приводит к объяснениям, которые не являются действенными или интуитивно понятными для конечных пользователей.

В связи с этим в 2024 г. возникла концепция второго поколения XAI 2.0, которая ориентирована на интеграцию прозрачности и интерпретируемости непосредственно в архитектуру моделей, а не только на post hoc анализ, на удобство использования и надежность. XAI 2.0 включает следующие компоненты.

1. Упреждающая объяснимость. Встраивание объяснимости непосредственно в архитектуру модели во время обучения.

2. Дизайн, ориентированный на пользователя, и адаптация пояснений к конкретным потребностям и контекстам пользователя.

3. Динамическая адаптация. Предоставление контекстно-зависимых объяснений в режиме реального времени при изменении входных данных.

4. Совместимость. Обеспечение совместимости между различными фреймворками и платформами ИИ.

Преимуществами XAI 2.0 для бизнеса являются улучшенное соответствие нормативным требованиям и повышение удовлетворенности и лояльности клиентов за счет более прозрачного взаимодействия.

Преимуществами XAI 2.0 для разработчиков являются упрощение отладки и оптимизации сложных моделей, стандартизированные инструменты

и фреймворки для создания объяснимых систем и большая ясность и контроль над решениями, принятыми на основе искусственного интеллекта, влияющими на их жизнь.

Поскольку системы, основанные на непрозрачном искусственном интеллекте (ИИ), продолжают успешно применяться в различных реальных приложениях, понимание моделей черного ящика приобретает первостепенное значение. Объяснимый ИИ (XAI) превратился в область исследований, приносящую практические и этические преимущества в различных областях.

Эксперты из разных областей выявляют нерешенные проблемы, стремясь синхронизировать исследовательские программы и ускорить внедрение XAI в практику. С этой целью выдвинуто комплексное предложение (манифест) по продвижению XAI [2]. Этот манифест служит дорожной картой для будущих исследований, направленных на синхронизацию усилий между различными дисциплинами и ускорение разработки приложений XAI.

Для достижения этой цели представлено 27 открытых проблем, разделенных на девять категорий.

1. Создание объяснений для новых типов искусственного интеллекта. Создание объяснений для генеративных моделей и больших языковых моделей. Создание объяснений для концептуального обучения.

2. Улучшение существующих методов XAI. Усиление и улучшение методов атрибуции. Устранение артефактов в синтезированных объяснениях. Создание устойчивых объяснений.

3. Оценка методов XAI и пояснения. Упрощение оценки объяснений человеком. Создание системы оценки методов XAI. Преодоление ограничений исследований с участием человека.

4. Содействие оценке объяснений человеком. Разъяснение основных понятий. Разъяснение взаимосвязи между XAI и доверием. Поиск полезной информации для понимания.

5. Поддержка многоразмерности объяснения. Создание мультимодальных объяснений. Обеспечение междисциплинарной работы в XAI.

6. Поддержка ориентированности объяснений на человека. Создание объяснений, понятных людям. Облегчение объяснимости через концептуальные объяснения. Решение проблемы объяснений, оторванных от реальности. Выявление причинно-следственной связи для получения полезных практических объяснений.

7. Адаптация методов и объяснений XAI. Адаптация объяснений к различным заинтересованным сторонам. Адаптация объяснений к различным областям применения. Адаптация объяснений к различным целям.

8. Смягчение негативного воздействия XAI. Смягчение неэффективной поддержки с помощью XAI. Разработка критериев фальсификации объяснений. Защита объяснений от злоупотреблений со стороны злонамеренных человеческих агентов.

Защита объяснений от злоупотреблений со стороны злонамеренных сверхинтеллектуальных агентов.

9. Улучшение общественного воздействия XAI. Определение авторства искусственных данных и выявление плагиата. Поддержка права на забвение информации с сети. Решение проблемы дисбаланса власти между индивидами и компаниями.

Общая схема направления XAI 2.0 представлена на рисунке 1.

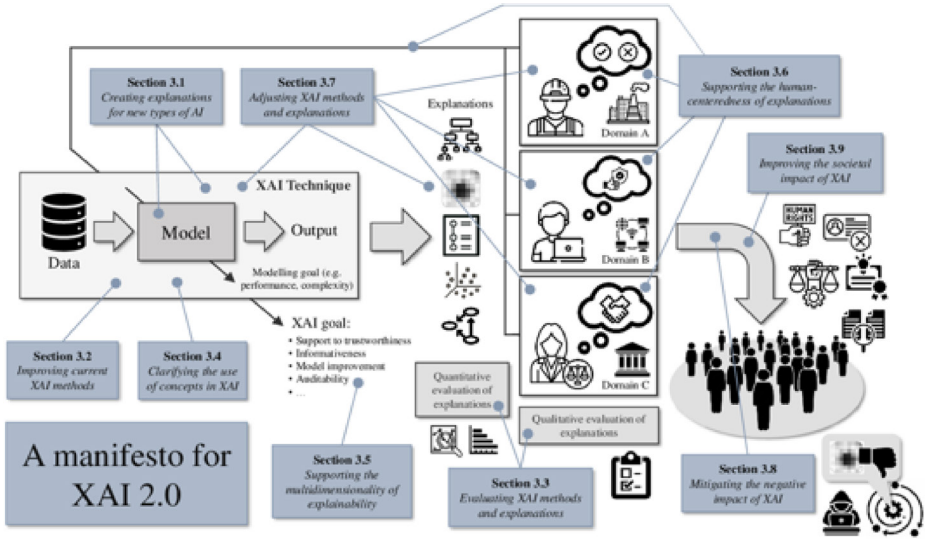


Рис. 1. Общая схема направления XAI 2.0 [2]

В работе [3] прослеживается влияние концепции XAI 2.0 на Индустрию 4.0 и 5.0. Во многих случаях эти преобразования происходят постепенно и по принципу «снизу вверх».

Это означает, что на первом этапе промышленное оборудование модернизируется для сбора как можно большего количества данных без фактического планирования использования информации. Кроме того, инфраструктура хранения и обработки данных подготавливается для хранения больших объемов исторических данных, доступных для дальнейшего анализа.

Только на последнем этапе разрабатываются методы обработки данных для улучшения или получения более глубокого понимания промышленных и бизнес-процессов. В результате такой схемы многие компании сталкиваются с проблемой огромного количества данных, неполным пониманием того, как существующие знания представлены в данных, при каких условиях эти знания перестают быть актуальными или какие новые явления скрыты в этих данных.

Этот пробел должен быть устранен следующим поколением методов XAI 2.0, которые должны быть ориентированными на экспертов и сфокусированными на задачах генерации знаний, а не на отладке моделей.

Высокоэффективные модели содержат важные знания, которые можно использовать для лучшего понимания не только самой модели, но и данных и процесса, который их генерирует. Это особенно важно в таких областях, как промышленность, где данные сами по себе являются «черным ящиком» — в большинстве случаев они поступают немаркированными, зашумленными, неполными и, что самое главное, без каких-либо явно сформулированных фоновых знаний о процессах, которые их генерируют.

Это еще более важно для Индустрии 5.0, где сотрудничество между ИИ и человеком является одним из основных предположений. Поэтому, проливая больше света на данные и фокусируясь на генерации знаний о механизме, лежащем в основе источника данных, можно улучшить не только модель, но и весь процесс (то есть бизнес-процесс, производственный процесс, процесс обслуживания), на котором можно обучить следующее поколение моделей. Эта мотивация никогда не лежала в основе современных алгоритмов XAI. Новые методы XAI 2.0 для Индустрии 5.0 требуют нескольких существенных изменений в проектных предпосылках, включая следующие.

A1 — Представление знаний, уже имеющихся в домене, ближе к подтверждению, чем к объяснению. Новые методы XAI 2.0 должны быть больше сосредоточены на извлечении знаний из прогностических моделей, а не ограничиваться только объяснениями, которые в основном служат для отладки модели или набора данных.

A2 — Объяснение — это акт передачи знаний. Это обусловливает необходимость исследования методов, которые позволят осуществлять двунаправленную передачу знаний между людьми и системами ИИ. Новое поколение алгоритмов XAI должно быть изначально спроектировано так, чтобы человек мог формулировать ожидания и потребности, которые должны быть удовлетворены алгоритмом XAI 2.0, и получать объяснения на желаемом уровне абстракции.

A3 — Новые знания, обнаруженные в процессе объяснения, могут не соответствовать знаниям домена. Новое поколение алгоритмов XAI 2.0 должно генерировать объяснения, которые могут быть проверены на соответствие знаниям домена и оспорены человеком. Поэтому они должны быть тесно связаны с механизмами аргументации.

A4 — Объяснения полезны, если они пригодны к действию. Новые алгоритмы XAI 2.0 должны быть разработаны таким образом, чтобы извлекаемые ими знания могли быть непосредственно использованы моделями машинного обучения, бизнес-процессами или мгновенным принятием решений, замыкая цикл объяснения.

XAI 2.0 должен быть явно ориентирован на извлечение знаний из модели и генерацию объяснений в более целостной манере.

Исследования интерпретируемости часто фокусируются на генеративных, предварительно обученных трансформерах. Это особенно важно для обеспечения безопасности и согласования ИИ, поскольку может позволить выявить признаки нежелательного поведения, такого как подхалимство, обман или предвзятость, и лучше управлять моделями ИИ Ожидается, что расширение возможностей идентификации и редактирования признаков в XAI 2.0 значительно повысит безопасность передовых моделей ИИ [4].

Список использованных источников:

1. Averkin A. N., Volkov E. N., Yarushev S. A. Explainable Artificial Intelligence in Deep Learning Neural Nets-Based Digital Images Analysis // Journal of Computer and Systems Sciences International. — 2024. — V. 65. — № 1. — P. 1–29. DOI: 10.1134/S1064230724700138.
2. Longo Luca; et al. (2024). Explainable Artificial Intelligence (XAI) 2.0: A manifesto of open challenges and interdisciplinary research directions. Information Fusion. 106. doi:10.1016/j.inffus.2024.102301.
3. Gadekallu Thippa et al. (2024). XAI for Industry 5.0 — Concepts, Opportunities, Challenges and Future Directions. IEEE Open Journal of the Communications Society. PP. 1–24. 10.1109/OJCOMS.2024.3473891.
4. and metrics, Electronics 8 (8) (2019) 832.
5. Carvalho D. V., Pereira E. M., Cardoso J. S. Machine learning interpretability: A survey on methods and metrics, Electronics 8 (8) (2019) 832.

EXPLICABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE XAI 2.0: A MANIFESTO OF OPEN TASKS AND INTERDISCIPLINARY DIRECTIONS

***Averkin A. N.**, Senior Researcher at the Department of Intelligent Systems of the Federal Research Center "Informatics and Management" of the Russian Academy of Sciences, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, averkin2003@inbox.ru*

The article is devoted to the concept of explicable artificial intelligence of the second generation (XAI 2.0), which arose as a response to the limitations of traditional post hoc methods of model interpretation. The main disadvantages of XAI 1.0 are considered, including the lack of standardization of metrics and the balance between accuracy and interpretability, as well as insufficient focus on the end user. The paper describes the XAI 2.0 manifesto, which includes 27 open tasks grouped into nine categories, covering the creation of explanations for new types of AI, evaluation of methods, adaptation to various fields of application, mitigation of negative impacts and social impact. Special attention is paid to the importance of XAI 2.0 for Industry 4.0 and 5.0, where explanations are considered as a means of knowledge generation and two-way interaction between a person and a system. The need to integrate explainability into the architecture of models, ensure compatibility between platforms, and develop actionable explanations applicable to business and production processes is emphasized.

• explainable artificial intelligence • XAI 2.0 • interpretability • Industry 4.0 • Industry 5.0 • trusted AI • knowledge generation

УДК 16.168

О формировании философии и логики как нового образа науки

Титов А. В., *кандидат технических наук, доцент, Московский физико-технический институт (ГУ), Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ), Москва, a.v.titov@mail.ru*

В настоящее время использование общепризнаных научных методов (методологии), в частности классических методов математики, для моделирования сложных систем и объектов сталкивается с новыми и все более значимыми проблемами как в фундаментальной области, так и в области приложений. Если говорить о математике, то, с одной стороны, границы ее приложений невероятно расширились, деятельность, связанная с использованием языка математики и математической логики, продолжает разрастаться, но с другой — в ходе этой деятельности зачастую теряется связь между различными ее разделами, то есть математика утрачивает свое единство, ускользает основа, на которой достигается общность ее «моментов» и интересов. В этом случае естественным становится вопрос о разработке новых основ математики, объединяющих в единое целое ее разделы. Пожалуй, такую роль на сегодняшний день можно отвести теории категорий. Воеводский с этой же целью развивал гомотопическую теорию типов. Однако, с одной стороны, работы Геделя, с другой — замечания Гегеля относительно сущностной стороны математической науки ставят вопрос о поиске новых основ как математики, так и научной деятельности в целом.

Это выдвигает на первый план поиск и осмысление принципов и методологии, которые позволили бы с единой позиции осмыслить процесс развития в целом научного и математических форм знания.

В работе рассматривается предложенный Гегелем и развиваемый Лосевым подход к развитию философии и логики как новому образу науки, в основе которого лежит собственная имманентная деятельность этих форм знания в их необходимом развитии. Это позволяет в том числе снять претензии раннего христианства к философии как «внешнему» знанию. В предлагаемом Гегелем подходе выражено стремление системно объединить различные направления философской мысли, вводя в рассмотрение способ познания, приводящий их в системное единство. Новое требование к науке позволяет относить ее к «внутреннему» знанию, так как в ней, как отмечено выше, содержание должно развиваться из самого себя, следуя необходимости. А. Ф. Лосев, продолжая эту «линию» на основе раскрытия понятия «имя», определяет уровни эйдетической предметности, позволяющие внести системное начало в различные виды знания.

• диалектика • эйдос • схема • символ • логос • логическая конструкция эйдоса • формы логического • идея • ноэма • математические структуры • диалектика • становление • снятие • оценка • семантика

ВВЕДЕНИЕ

Отношения между богословием, философией и научным знанием в разные эпохи носило разный характер. В раннем христианстве отношение к философии и науке как внешней по отношению к истинному знанию форме, а значит, не истинной, можно проследить в трудах богословов, например Иоанна Златоустого [1].

Развитие математики трудами Ньютона и последующих поколений исследователей придало этим направлениям знания ведущее место в познании окружающего мира. Вплоть до того, что некоторые философы предлагали перенести методологию математики в область философии. Обнако такую позицию резко критиковал Гегель, например в «Феноменологии духа», указывая на то, что предметом математики является количество, тогда как бытие включает в себя качество и меру как «отношение» между количеством и качеством. При этом Гегель ставил математике «в заслугу» выход за рамки рассудочного и получение трансцендентного понятия «бесконечно малого», которое он определял как исчезающую в себе величину.

Однако авторитет научного метода, основанного на методологии принятой в классической математике и ньютоновской физике, был неоспарим до XX в., хотя «первые звонки» прозвучали еще в конце XIX в форме возникновения вариантов неэвклидовой геометрии, а далее и в 30-е годы XX в., когда Гедель доказал теоремы о полноте, из которых следовало практически неизбежное наличие противоречий в сложных системах при описании их на основе использования двоичной (классической) логики.

Но еще достаточно долгое время эти «звонки» оказывали мало влияния на генерирование новой методологии науки, в частности использования для описания сложных объектов и систем логики без законов противоречия и исключенного третьего.

Положение стало меняться во второй половине XX в., когда возникли такие направления описания сложных объектов и систем, как «теория нечетких множеств», «теория экспертных оценок», эвристические методы в более широком смысле.

К классическим направлениям того же толка можно отнести интуиционизм как направление в рамках математической логики и более широко — метаматематики.

В дальнейшем «критика» «общепринятых» методов научного исследования стала приобретать все боле широкий и обоснованный характер.

ПРИЗНАННЫЙ НАУЧНЫЙ МЕТОД И ЕГО НАРАСТАЮЩАЯ КРИТИКА

Надо заметить, что строго определенной методологии науных исследований в ее общепринятом понимании нет, хотя наличествует большое чи-

сло руководств, относящихся к этому вопросу. Принятые методы зарекомендовали себя как достаточно надежные в области естественнонаучных исследований, хотя и здесь строгость определений и точность моделей является постоянной проблемой.

Дело усложнилось, когда принятые в естественных науках и математике методы стали переносить на другие области знания. Стала проявлять себя ограниченность этих методов в вопросах адекватного описания объектов и процессов большой сложности.

А ведь предупреждения относительно принципиальной ограниченности этих методов «звучали» задолго до этого. В частности, Гегель отмечает, что «движение математического доказательства не принадлежит тому, что есть предмет, а есть действование, по отношению к существу дела *внешнее*... В философском познавании становление *наличного бытия* также отличается от становления *сущности* или внутренней природы дела. Но философское познавание, во-первых, содержит и то и другое, тогда как математическое познавание, напротив, изображает только становление *наличного бытия*, то есть *бытия* природы дела в *познавании* как таковом. Во-вторых, философское познавание объединяет и эти два особых движения... В математическом познавании усмотрение есть действование, для сути дела внешнее; это следует из того, что истинная суть дела благодаря этому изменяется. Поэтому ... доказательство содержит, правда, истинные положения; но точно так же надо сказать, что содержание ложно» [2].

В дальнейшем мы постараемся подробнее остановиться на этом пункте, а пока рассмотрим, что стало вызывать неудовлетворение в принятых формах научного исследования, что вызвало в широком классе исследований желание изменить образ науки, что к этому неизбежно подводит.

В общих чертах можно считать, что к доминирующим методам научного исследования относятся индуктивный и дедуктивный методы [3].

И исследователями отмечается, что при использовании индуктивного метода зачастую приходится обращаться к большому количеству переменных (показателей оценки), при этом встает проблема выбора шкал, в которых проходят измерения или оценки. Недостаточная решенность этого вопроса ведет к снижению степени адекватности модели описываемому объекту или процессу. Одновременно встает вопрос выбора средств моделирования из имеющихся, то есть выбор средств, наиболее адекватных объекту моделирования. Разумеется, для этого должны существовать критерии такого выбора.

Теории строятся преимущественно дедуктивно с использованием определенных законов. И можно ставить вопрос о полноте теории. И возможны случаи, когда выдвигаются альтернативные теории (например, ОТО и РТГ), причем считается, что истинной является одна из них. Традиционным взглядам начинают сопутствовать взгляды о плюрализме в науке.

В традиционом научном знании принято положение о рациональности устройства исследуемых объектов. Но такое устройство вступает в противоречие с теоремой Геделя. В целом все острее встает проблема выбора адекватного языка для описания (моделирования) сложных объектов.

Как альтернатива рациональному мышлению все чаще используются эвристические методы познания и моделирования объектов познания.

Все вместе приводит к потребности обретения нового образа науки.

Например, можно встретить и такое высказывание В. В. Налимова: «...научное познание Мира — но не иллюзорно ли оно, и не заводит ли оно в тупик духовную жизнь человека?» [3]. И далее автор ставит вопрос — а отвечает ли наука идеалу научности, сложившемуся вокруг нее. От себя добавим, что имеется в виду идеал, сложившийся на основе использования средств классичесской математики в дисциплинах естественнонаучного направления.

Рассуждая о будущем науки, Налимов приводит слова Кучинского: «В некоторых вещах мы можем быть вполне уверены, рассматривая какую-нибудь одну или все созданные человеком системы. Они становятся дряхлыми сразу же после своего возникновения. Они порождают не меньше проблем, чем решают. Время их жизни достаточно ограниченно. Если они используются слишком долго или слишком энергично, то превращаются в свою противоположность. Чем значительнее их первоначальный успех, тем тяжелее их неизбежное падение. Чем сильнее и пространнее их опора на жесткое знание, тем больше их угроза человеческому существованию» [4]. На этом основании Налимов приходит к выводу, что наука перестала быть свободной и непринужденной деятельностью, превратилась в систему, и, чтобы освободиться от этих "пут", ей надо перестать быть системой, чтобы стать снова "непринужденной, способной к существованию в содружестве со всеми другими аспектами многогранного по своей природе сознания человека" — таким видится нам ее будущее...» [3, с. 33]. Здесь, однако, следует заметить, что понимание понятия «система» в такой трактовке противоречит его определению у Гегеля: «Свободная и истинная мысль ***конкретна*** в себе, и, таким образом, она есть некая ***идея***, а в своей завершенной всеобщности она есть идея как таковая, или ***абсолютное***. Наука о ней есть существенно ***система***, потому что истинное как ***конкретное*** есть развертывающееся в самом себе и сохраняющее себя единство, то есть ***тотальность***» [5, с. 100].

Но всегда ли системность противостоит свободе — постараемся рассмотреть этот вопрос подробнее.

Можно проследить, что задолго до этого складывался подход к научному знанию, проводимый Гегелем, а в дальнейшем А. Ф. Лосевым, идущий, по всей видимости, от платонизма и христианской патристики и основанный как раз на тех методологических основаниях, недостаток которых, по нашему мнению, и послужил основой как для возникновения эвристических направлений исследования, так и приведенной выше критики «системности» в научной методологии.

Да и в предложенном Гегелем варианте истинное является развертывающимся в себе и сохраняющим себя единством именно потому, что «наука о ней есть существенно система», то есть именно системность,

по Гегелю, обеспечивает внутреннее единство понятия, добавим от себя — его свободу. То же, что стремится к обеспечению «единства» внешним образом, из приведенного скорее заслуживает определения «антисистема» (надеемся, такая трактовка не заденет Л. Н. Гумилева).

Общим же здесь является то, что методология научного познания должна претерпеть существенную трансформацию, принципы которой и указывает Гегель.

НАУЧНОЕ ПОЗНАНИЕ В ФИЛОСОФИИ ГЕГЕЛЯ — НОВЫЙ ОБРАЗ НАУКИ ПО ГЕГЕЛЮ

Спонтанные проявления поиска новых основ научного знания, возникшие из-за недостаточности традиционных методов как средств описания объектов и процессов, полезно рассмотреть с позиции системных подходов, выдвинутых Гегелем и А. Ф. Лосевым к науке и к формам знания в целом как к единой системе. Так как в их работах как раз определены те ограничения, которые накладывает на свои результаты традиционная методология наук, и можно попытаться разглядеть пути их снятия.

Труды Г. В. Ф. Гегеля в области методологии познания, а далее и А. Ф. Лосева дают основание искать наличие общей основы различных форм знания.

В Корпусе творений Дионисия Ареопагита находим, что все движущееся и существующее движется и существует постольку, поскольку участвует в Боге [6]. В другой форме, но ту же мысль можно обнаружить у Лосева, например в «Философии имени», где сверхсущее есть причина и основа всех восходящих форм эйдоса и присущих эйдосу форм логоса. Или там же у Дионисия находим, что Сила богословов является как движимая духом сила, в то же время в работе А. Ф. Лосева существенную роль играет понятие энергемы, источником которой в осмысленном меоне является первосущность (сверхсущее) [7].

В отличие от приведенной выше критики науки, Гегель утверждает, что истина в полной мере познается только научным путем, конечно, рассматривая при этом новый образ самой науки, развивая ее новую концепцию. При этом обоснованно отвергая попытки использовать в философском знании методологию, зарекомендовавшую себя к тому времени, указывая, что методы, принятые в математике, накладывают ограничения на возможности описания сущностей [8, 9]. И надо признать, что в XX в. с этим положением столкнулись в практике применения математики к моделированию сложных объектов и процессов. Но в это же время в самой математике начался имманентный процесс изучения и развития ее основ и развитие ее самой как научной дисциплины, предметом которой уже не являются только числа в форме количества, что, по мнению некоторых ведущих математиков (И. Р. Шафаревич), привело к изменению ее предмета и содержания, его существенного расширения. Это расширение предмета математики развивается в труде А. Ф. Лосева «Диалектические основы математики», в котором рассматривается перво-начало числа, и «интенсивно-экстенсивно-эйдетическое число есть число, так или иначе положенное, в сравнении с сверхполагаемым перво-началом; оно есть раздельность, и в этом смысле оно есть инобытие первоначала» [10]. Поэтому как можно видеть изменение требований к науке, неизбежно затрагивает и математику как форму знания.

Требования к науке Гегель определяет исходя из того, что «истинной формы истины может быть только ее научная система» [9, с. 3]. Наука есть, по Гегелю, действитель-

ность — царство Духа, которое Он создает сам себе в своей собственной стихии и в котором Он находится в собственном развитии! [9]

В другом месте он объясняет это следующим образом: «Единственное, к чему я вообще стремился и стремлюсь в своих философских изысканиях, — это научное познание истины. Такое познание является наиболее трудным путем, но только этот путь может представлять интерес и ценность для духа, если этот последний, однажды вступив на путь мысли, не впал в суетность, а сохранил неустрашимую волю к истине. Он вскоре находит, что только метод в состоянии обуздывать мысль, вести ее к предмету и удерживать в нем...» [5, с. 57].

Таким образом, отсюда следует и положение Гегеля о том, что истина есть научая система и познание ее должно стремиться к научной форме, которая развивается в процессе познания. И это значит, что наука не есть «внешнее знание». Это знание, которое органично, как единое целое, включает в себя знание как о сущности, так и о форме, причем в полном их единстве в целом.

И если до этого знание делилось по форме на непосредственное (откровение), которое относилось к религиозному познанию Истины, и философское (научное), которое богословы рассматривали лишь как «внешнее» (Иоанн Златоуст, Максим Исповедник и др.), относящееся только к внешней форме, то даваемое Гегелем «понимание» науки снимает это противоречие, точнее, придает ему форму органической необходимости и снимает изолированность его «полюсов».

И так познание истины или стремление к познанию истины включает как цель формирование все более совершенных форм знания и «частных» наук как условие приближения сознания к познанию Истины, или, иными словами: иерархия таких форм и есть условие становления сознания в постижении истины.

Развивая понятие науки, Гегель выделяет три стороны логического: ***рассудочную, диалектическую и спекулятивную***.

«Эти три стороны не составляют трех частей логики, а суть моменты всякого логически реального, то есть всякого понятия или всего истинного вообще. Все они могут быть положены в первом моменте, в моменте рассудочности, и благодаря этому могут быть удерживаемы в своей обособленности, но в этом виде они рассматриваются не в их истине. .....

Мышление как рассудок не идет дальше неподвижной определенности и отличия последней от других определенностей; такую ограниченную абстракцию это мышление считает обладающей самостоятельным существованием» [5, с. 201–202].

ТРЕБОВАНИЯ К НОВОМУ ОБРАЗУ НАУКИ

Современное научное знание преимущественно оперирует лишь ***рассудочной*** формой логического, или схемным эйдосом по системе эйдосов

А. Ф. Лосева. К этим формам относится формальная логика, положенная в основу современного научного знания. Диалектическая и спекулятивная формы, равно как символическая, проявляются, как правило, стихийно при возникновении новых научных направлений, в открытиях и изобретениях.

Само понятие науки логики может быть получено только как конечный результат, которым должно стать понятие той сущности, которая изначально в себе, процесс самораскрытия сущности до формирования понятия (в себе и для себя) позволяет выделить основные его принципы.

1. Отрицательное положительно.

2. Философия относится к стихии всеобщности, которая включает в себя особенное.

3. В стихии всеобщности противоречия не исключают друг друга, но дополняют друг друга, составляя целое как его особенное необходимое целому в их органическом единстве.

Лосев провел классификацию далее и выделил как антиномии те противоречия, которые отвечают выше приведенным условиям (не каждое противоречие антиномия).

4. Суть дела не исчерпывается ***целью*** и ***результатом***. Действительным целым является результат вместе с его становлением. Важен путь, ведущий к результату с выделением всех его этапов.

5. «Нераздельность» формы и содержания, единство их природы.

Новое требование к науке позволяет относить ее к знанию, в котором сущность и форма, проявляя себя на различных стадиях ее развития, составляют единое органическое целое.

Идеальный образ науки приобретает различные конечные формы как степени проявленности сущности в меоне.

Гегель, определяя рассудочную форму науки и познания в целом как не истинную, в то же время рассматривает ее в единстве с формой разумной:

«*Рассудок дает определения* и твердо держится их; *разум* же отрицателен и *диалектичен,* ибо он обращает определения рассудка в ничто; он *положителен,* ибо порождает *всеобщее* и постигает в нем особенное. Подобно тому как рассудок обычно понимается как нечто обособленное от разума вообще, так и диалектический разум обычно принимается за нечто обособленное от положительного разума. Но в своей истине разум есть *дух,* который выше их обоих; он рассудочный разум или разумный рассудок... Этот дух отрицает простое (das Einfache) и тем самым полагает определенное различие. ... Однако он не задерживается на этом нулевом результате... Это духовное движение, дающее себе в своей простоте свою определенность, а в ней — и равенство с самим собой, это движение, представляющее собой, стало быть, имманентное развитие понятия, есть абсолютный метод познания и вместе с тем имманентная душа самого содержания» [8, с. 19–20].

Если Гегель отстаивает в своих работах необходимость перехода к новому образу науки — науки логики, — определяя требования к ней как следование необходимости

раскрытия сущностей (особенного) понятием в себе, то в работе Лосева «Философия имени» заложены основы как классификации форм знания, так и закладывается почва для анализа особенностей логосов, соответствующих наукам того или иного класса.

А. Ф. Лосев выделяет пять уровней эйдетической предметности.

Эйдос в созерцательно-(феноменолого)-статистическом аспекте есть:

- схема — схематический слой эйдоса или множество в смысле Кантора, он есть составленность целого из частей. Идея охватывающего части целого выходит за пределы частей. «Это — *совокупность идеально математических характеристик предмета*» [7, с. 110];
- топос — момент качественной определенности эйдоса или качественная заполненность схемы, морфный или топологический момент;
- эйдос в узком смысле — или момент категориальной определенности эйдоса;
- символ — воплощенность эйдоса в инобытии, смысловая вобранность инобытия в эйдос, что обуславливает его апофатичность;
- миф — интеллигентно модифицированный миф [7, с. 113].

В диалектико-динамическом аспекте:

- генологический момент;
- эйдетический в узком смысле;
- генетический;
- меонально-сущностный, или гилетический;
- символический [7].

В основу классификации наук положены воды модусов эйдоса, их классификация и разработка принципов сопоставления классам наук. То есть поставлена задача:

во-первых, выделение и классификации разных модусов эйдоса, что уже осуществлено А. Ф. Лосевым и представлено в «Философии имени», другое дело, что в ней возможны дополнения;

во-вторых, классификации наук;

в-третьих, нахождения отображения из класса энергем в класс наук.

Проведения такого анализа может позволить, помимо разделения по виду энергемы форм научного знания и, как следствие, выстраивания ие-

рархии форм знания, определить, к какому из классов относится математика в своем современном состоянии и какие науки входят в тот же класс. В этом случае можно предполагать, что язык, на котором приходит описание математических структур, подходит для достаточно полного описания объектов наук, входящих в один с ней класс. Также можно провести сопоставительный анализ различных структур самой математики и рассмотреть вопрос о принадлежности их всех к одному классу энергемы, а в равной степени и вопрос о том, происходит ли в процессе развития математики переход ее средств в более высокие классы энергемы. В частности, как будет видно из дальнейшего, схема и топос относятся к разным уровням энергемы.

Далее необходим анализ различий в выразительных возможностях наук, относящихся к разным классам энергем, который позволит оценить, насколько полно могут средства одного уровня энергемы, в частности математики, описывать объекты, относящиеся к другим уровням энергемы, в какой мере полноты может быть описана сущность объектов более высокого класса энергемы такими средствами (математическими моделями).

Что, в свою очередь, порождает вопрос о возможном изменении математики как средства описания свойств объектов различной природы в процессе ее развития, возможности расширения описательных возможностей и перехода в класс энергем более высокого содержательного уровня.

Наконец, следующий этап — переход к другим формам знания, не относящихся к знанию научному в настоящее время.

«В пределе» такой анализ подразумевает не только классификацию форм знания по видам энергемы, но и выстраиванию их в целостную систему, основой которой служит высшая форма, возможно та, которую Гегель обозначил как «наука логики».

Надо отметить, что приведенный подход оправдан не только заложенными основами в работах Гегеля и Лосева, но и выдвигаемыми новыми требования к научному знанию и средствами формального описания в настоящее время. В области моделирования все более широкое применение находят эвристические методы и их «ответвления», такие как теория экспертных оценок и теория нечетких множеств, не имеющих на сегодняшний день прочной математической базы.

Другими словами, определения науки должны перестать быть застывшими, изолированными изваяниями, как их определил Гегель. Более того, каждое определение должно нести в себе потенциал всех возможных в данном понятии определений всего понятия. У Налимова такую роль должен играть введенный им в рассмотрение «семантический вакуум», у Лосева — проявляющая себя в ином в разных формах первосущность. У Гегеля — понятие в себе.

Переход к рассмотрению мышления как постижения в понятиях происходит через отрицание непосредственного созерцания и ощущения и переход к первой фазе логического-рассудочного мышлениюя

1. Таким образом, когда мы рассматриваем мышление, то непосредственно воспринимаем, что оно включает абстрактные определения. Процессы же перехода от определения к определению, механизмы приближения определения к своему пределу и перехода его в результате в свою противоположность есть механизмы внутренние

и скрытые от непосредственного восприятия, как и все то, что составляет внутреннюю суть понятия, отличающую его от всегда конечного определения. И эти внутренние механизмы связаны с отрицанием, как оно понимается в диалектике и с наполнением содержанием определения, в результате которого оно выходит за свои пределы, то есть превращается в свою противоположность. Рассудочное мышление есть статика мышления, но истинное мышление динамический процесс.

2. Рассудочное мышление, таким образом, является первой внешней фазой мышления, а равно и объективного вообще (все есть мышление). Мышление приводит ко всеобщности, и рассудочное мышление «сообщает содержанию форму всеобщности; правда, всеобщее, полагаемое рассудком, есть некоторое абстрактное всеобщее, которое как таковое фиксируется в противоположность особенному и благодаря этому само, в свою очередь, так же оказывается особенным» [9].

3. И роль рассудочного мышления заключается, следовательно, в переходе от непосредственного ощущения к формам всеобщности этого содержания, то есть в том, чтобы сообщить форму всеобщности содержанию. Это первая фаза мышления — преобразование непосредственного содержания в форму всеобщности. Так как логическое в принципе есть всеобщее, к которому должно перейти мышление как логическое мышление, и этот переход и осуществляется в фазе рассудочного мышления, которое, фиксируясь в противоположность особенному, на этой фазе само превращается в особенное, и, следовательно, для снятия этого и перехода к истинно всеобщему нужен переход в новую фазу мышления. Абстрактное всеобщее обосабливается от особенного и тем самым само становится особенным.

4. Как видим, заслуга рассудочного мышления в том, что оно, в отличие от «застрявших в конкретном непосредственного созерцания и ощущения, действует разделяющим и абстрагирующим образом по отношению к своим предметам».
   В формальной же логике еще и фаза рассудочного мышления только начинает осваиваться, так как истинность здесь пока еще в основном рассматривается непосредственно как истина/ложь. И формы истинного еще не разделены.
   Можно также сказать, что классификации в познавательной и научной деятельности являются продуктом рассудочного мышления. Но также можно сказать и то, что именно потому, что классификация — продукт рассудочного мышления, она не является истиной того, что описывает, истина в вызванной необходимостью динамике перехода элементов классов одного в другой и перехода класса в класс. Например, при решении задачи классификации конечных простых групп истинное решение должно состоять в выработке правила порождения этих групп.

5. Вследствие того, что рассудочное мышление оперирует абстрактными определениями, противопоставляемыми особенному, оно жестоко и односторонне, но это нельзя относить к мышлению в целом.

6. Однако именно эта жесткость и односторонность рассудочного, не позволяющая ему расползаться, удерживает его в жестких границах. И тем самым никакая прочность и определенность невозможна без рассудка.

Рассматривая с этой точки зрения математическое доказательство (и не только математическое), можно заметить следующее. В рассудочном мышлении определенности связаны лишь внешним образом, их естественная внутренняя связь не проявляется в этом виде мышления, и, как следствие этого, доказательство не является необходимым выводом одного определения из другого, а носит случайный характер, характер спонтанного ***развертывания*** содержания исследуемого понятия. В таком доказательстве огромную роль играет интуиция, которая есть проявление диалектического — внутреннего противоречия в имеющихся исследуемых определенностях. Именно это позволяет найти форму необходимого перехода от одного определения к другому.

Однако с точки зрения спекулятивной философии рассудочных форм недостаточно для познания природы мышления.

«Может казаться, что в мышлении, поскольку оно делает *умозаключения*, этот исходный пункт *остается* и *оставляется* нами в качестве прочной основы и столь же эмпирическим, каким этот материал был первоначально. Отношение исходного пункта к тому конечному пункту, к которому переходит мышление, представляется, таким образом, лишь утвердительным отношением, умозаключением от *одного*, которое *есть* и *остается*, к *другому*, которое *точно так же есть*. Однако это крупное заблуждение — стремиться познать природу мышления лишь в этой рассудочной форме. Мыслить эмпирический мир — значит, наоборот, существенно изменить его эмпирическую форму и превратить его в некое всеобщее» [5].

ПРИВЛЕЧЕНИЕ ДИАЛЕКТИЧЕСКОГО МЕТОДА К АНАЛИЗУ РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛОГИКИ КАК ЯЗЫКОВ НАУКИ

Математика, как и всякая наука нового времени, ориентируется на методы, диктуемые рефлектирующим рассудком, как его определял Гегель. То есть оперирует абстрактными определениями, которые разделяют между собой определяемые предметы. Однако ход развития математического знания выводит ее за пределы рассудочной логики (см. приведенный нами пример высказывания Г. В. Ф. Гегеля в отношении понятия бесконечно малой величины).

Это может означать, что математика как понятие, являясь продуктом саморефлексии духа, сама в процессе саморазвития составляет свой конечный продукт, то есть понятие математики составляет конечный результат развития математики.

Как уже отмечалось в концепции А. Ф. Лосева, структурные свойства числа раскрываются в развитии триады: интенсивное число — экстенсивное число — эйдетическое число, причем первые два элемента этой триады составляют диалектическую противоположность, третий же является разрешением этой противоположности как их диалектический синтез [10].

Таким образом, представление математиков о расширении понятия числа в сторону развития теории структур получает философское обоснование у Лосева — он диалектически обосновывает развитие понятия числа как структуры.

Этот подход предполагает также, что математическая логика не составляет голую форму математического знания, не абстрагируется от него, но сами логические формы лежат в основе математических структур, которые являются «материей математики». Фон Нейман предложил вариант построения натурального ряда как теоретико-множественной «конструкции», начинающейся с пустого множества. Приведенное построение можно рассматривать как «отражение» принятого в диалектике положения о том, что математика (как и логика) должна развиваться из простого начала, которое есть «полярность».

Базированность числа на самом себе можно проследить в «схеме» фон Неймана, в которой натуральный ряд порождается пустым множеством: Ø, {Ø}, {Ø,{Ø}}.., то есть натуральный ряд возникает из бесконечного соотношения с собой пустого множества, при этом натуральные числа являются теми формами конечного и изменяющегося нечто, которые и участвуют в этом бесконечном соотношении.

Введенное Лосевым понятие эйдетического числа позволяет подойти к анализу проблемы, о которой все чаще говорят в прикладной математике, а именно: о проблеме формирования «математики качества». При этом чаще всего проблема формулируется в виде тезиса, содержание которого туманно для самих его выдвигающих.

Нестандартный анализ может служить примером разрешения противоречия в новое единство, то есть примером расширения понятия, на основе введения новой меры на исследуемой структуре. При непосредственном восприятии истинности того или иного утверждения объект, в данном случае математический, рассматривается в целом. В частности, пусть речь идет о сравнении функций $f(x)$ и $g(x)$. Возможны четыре вида отношения между ними: $f(x) < g(x)$, $f(x) > g(x)$, $f(x) = g(x)$, $f(x)$ и $g(x)$ несравнимы. При этом для каждого конкретного x выполняется одно из первых трех отношений, четвертая возможность означает, что в разных точках выполняются разные из первых трех отношений. Каждое из приведенных отношений между функциями считается выполненным, если оно выполнено для всех x. Таким образом, сравнение таких объектов, как «функция», отождествляется со сравнением таких объектов, как «значение функции в точке». При этом результат непосредственного восприятия отношения между функциями может измениться при введении специальной меры на множестве значений функции.

В этом, собственно, и заключается то, что Гегель обозначил как выход за пределы непосредственного, определение и разделение его. В то же время переход к рассмотрению значений функций в точке позволяет говорить о локальной истинности одного из отношений или об их истинности в определенных областях определения функции.

Разделение рефлексии здесь заключается в том, что разделяются истинные и не истинные высказывания относительно выполнения отношения. Причем оно выполнено, если это отношение выполнено для значений во всех точках области определения. Методы нестандартного анализа

позволяют рассматривать случаи, когда невыполнение отношения на области меры 0 не влияет на результат, утверждение об истинности отношения остается в силе — пример того, как объединяются утверждения первоначально противоречивые.

Используя понятие «оценка» для анализа типов логического исчисления, можно проследить, как количественные изменения значений истинности и сопоставляемая им мера определяют качественный тип логики, зафиксированный в системе аксиом логического исчисления.

Обобщая, можно поставить вопрос о зависимости логического исчисления как алгебраической структуры от вида оценки.

О возможности развития внутреннего содержания математики и математической логики средствами самой математики

Язык теории категорий может служить примером возможности обобщения в нем языков теории множеств и теории структур.

Например, мономорфной в теории категорий называют стрелку $a \to b$, которая сократима слева, то есть такую, что *if* $f \circ g = f \circ h$, то $g = h$.

В теории множеств этому соответствует инъективное отображение. Но это понятие охватывает также ***отношение порядка***, которое представляется стрелкой $a \to b$, если $a < b$ (то есть отношение в языке теории структур заменяется стрелкой в языке теории категорий), и операции, например, над натуральными числами: $m + n = m + p \Rightarrow n = p$. Здесь натуральное число на языке теории категорий есть стрелка, а композиция является операцией сложения чисел.

Таким образом, математика как понятие, являясь продуктом саморефлексии духа, сама в процессе саморазвития составляет свой конечный продукт, то есть понятие математики составляет конечный результат развития математики.

Использование понятия «оценка» и нефинитных методов обобщенного нестандартного анализа как инструмента расширения границ формальной логики

Используя понятие «оценка» для анализа типов логического исчисления, можно проследить, как количественные изменения значений истинности и сопоставляемая им мера определяют качественный тип логики, зафиксированный в системе аксиом логического исчисления.

Обобщая, можно поставить вопрос о зависимости логического исчисления как алгебраической структуры от вида оценки.

А. В. Любецкий описывает специальный вид оценки применительно к задачам нестандартного анализа.

Оценка определяется так: «Оцениванием (оценкой) в данном языке для фиксированной решетки X называется сопоставление каждой формуле φ элемента из X, обозначаемого $\|\varphi_k\|_X$ или, короче, $\|\varphi_k\|$, причем логические связки языка моделируются

операциями в решетке *X*. Последнее означает, что $\|\varphi\wedge\psi\| = \|\varphi\| \wedge \|\psi\|$, $\|\varphi\vee\psi\| = \|\varphi\| \vee \|\psi\|$, $\|\varphi\rightarrow\psi\| = \|\varphi\| \rightarrow \|\psi\|$, $\|\neg\varphi\| = \neg\|\varphi\|$» [11].

Такой вид оценки позволяет, как это уже было описано на примере отношения между функциями в обобщенной форме, заменять отношения между исследуемыми объектами (формулами, функциями и т.д.), отношениями между отдельными «элементами» некоторой решетки с учетом введенной на ней меры.

Метод обобщенного нестандартного анализа можно использовать при изучении типов формальной логики и позволяет рассматривать взаимосвязь между различными типами логики на основе исследования взаимосвязи порождающих их структур, на которых принимает значение оценка [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие науки, опирающееся на тот тип мышления, который характеризуется Гегелем как рассудочный, отличный от разумного спекулятивного, для которого естественно наличие противоречия в определяемом объекте, тем не менее приводит к результатам, выходящим за рамки рассудочной деятельности.

«Выявление» диалектического аспекта в развитии современного знания, а если быть более точным, то принципа, становится актуальной задачей. Это связано с тем, что развитие науки и математики как языка науки, их выход за имеющиеся на данный момент границы, с одной стороны, неизбежен, с другой — из-за своего «случайного» характера приводит к нарушению единства внутри научного знания, изолированности, несвязности его разделов.

Тем самым нарушается органическое «единство» знания, ставится под вопрос само существование его как понятия.

Список использованных источников:

1. *Иоанн Златоуст*. Беседы на евангелие святого апостола Иоанна Богослова. Т. 1. — М.: Издательский отдел Московского Патриархата, 1993. — 463 с.
2. *Гегель, Г. В. Ф.* Феноменология духа. — СПб.: Наука, 1997. — 799 с.
3. *Налимов, В. В.* Требование к изменению образа науки // Вестник МГУ. Серия 7. Философия. — 1991. — № 5. — С. 18–33.
4. *Kuchinsky S.* Systematics, Search for Miraculous Management. West Virginia. 1985. P. 160.
5. *Гегель, Г. В. Ф.* Энциклопедия философских наук. — М.: Мысль, 1974. — 450 с.
6. *Дионисий Ареопагит*. О Божественных именах. — СПб: Издательство «Глагол», 1995. — 371 с.
7. *Лосев, А. Ф.* Философия имени. — М.: Издательство Московского университета, 1990. — 269 с.
8. *Гегель, Г. В. Ф.* Наука логики. — СПб.: Наука, 1997. — 799 с.
9. *Гегель, Г. В. Ф.* Феноменология духа. СПб.: Наука, 1997. — 799 с.

10. *Лосев, А. Ф.* Диалектические основы математики. — М.: Academia, 2013. — 797 с.
11. *Любецкий, В. А.* Некоторые применения теории топосов к изучению алгебраических систем. — М.: Наука, 1986. — С. 376–430.
12. *Титов, А. В.* Семантический анализ логических исчислений // Материалы Второй международной научной конференции «Философия математики: актуальные проблемы». — М.: МГУ, 2009. — С. 140–144.
13. *Титов, А. В.* Диалектика развития математики и ее место в системе знания // Алгебра, теория чисел, дискретная геометрия и многомасштабное моделирование: современные проблемы, приложения и проблемы истории. Материалы XIX Международной конференции, посвящённой 200-летию со дня рождения академика П.Л. Чебышёва. — Тула: Издательство Тульского государственного педагогического университета им. Л. Н. Толстого, 2021. — С. 332–335.
14. Titov A. V. Reconstruction Of Variants Of Propositional Logic On The Basis Of The Theory Of Structures In Problems Of Control Of Complex Systems // Management of development of large-scale systems (MLSD'2021) [Electronic scientific edition]: Proceedings of the Fourteenth International Conference, September 27-29, 2021, Moscow/Ed. ed. S. N. Vasilyeva, A. D. Tsvirkun; Institute of problems ex. them. V.A. Trapeznikova Ros. acad. Sciences. — Electron. text data. (MB). — M.: IPU RAN, 2021.
15. Titov A. V. Non-finite methods of Reconstructions of Non-Classical Propositional Logic Variants based on the Theory of Structures in Control Problems of Complex Systems // Management of development of large-scale systems (MLSD'2022) [Electronic scientific edition]: Proceedings of the Fourteenth International Conference, September 27-29, 2021, Moscow/Ed. ed. S.N. Vasilyeva, A.D. Tsvirkun; Institute of problems ex. them. V.A. Trapeznikova Ros. acad. Sciences. — Electron. text data. (MB). — M.: IPU RAN, 2022.
16. *Титов, А. В.* Развитие математического знания в системном единстве, его место в новом образе науки как ноосферном синтезе знания // Миссия ноосферного образования в евразийском прорыве России к новому качеству бытия человека на Земле в XXI веке / По матлам XII Межд. науч. конф. «Ноосферное образование в евразийском пространстве». Сер. «Ноосферное образование в евразийском пространстве». — Санкт-Петербург: Центр научно-информационных технологий «Астерион», 2023. — С. 393–402.

ON THE FORMATION OF PHILOSOPHY AND LOGIC AS A NEW IMAGE OF SCIENCE

***Titov A. V.**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Moscow, a.v.titov@mail.ru*

Currently, the use of generally recognized scientific methods (methodologies), in particular classical mathematical methods, for modeling complex systems and objects is facing new and increasingly significant problems both in the fundamental field and in the field of applications. If we talk about mathematics, then, on the one hand, the boundaries of its applications have expanded enormously, activities related to the use of the language of mathematics and mathematical logic continue to "grow", but on the other hand, in the course of this activity, the connection between its various sections is often lost, that is, mathematics loses its unity, the basis on which it is based is slipping away. which achieves the commonality of its "moments" and interests. In this case, it becomes natural to develop new foundations of mathematics that combine

its sections into a single whole. Perhaps, such a role can be assigned to category theory today. Voevodsky developed homotopy type theory for the same purpose. However, on the one hand, Godel's work, on the other hand, Hegel's remarks on the essential side of mathematical science raise the question of finding new foundations for both mathematics and scientific activity in general.

This highlights the search and understanding of principles and methodology that would allow us to understand the process of development of scientific and mathematical forms of knowledge in general from a unified perspective.

The paper examines the approach proposed by Hegel and developed by Losev to the development of philosophy and logic as a new way of science, which is based on the inherent activity of these forms of knowledge in their necessary development. This makes it possible, among other things, to remove the "claims" of early Christianity to philosophy as an "external" knowledge. The approach proposed by Hegel expresses the desire to combine various directions of philosophical thought into a systemic unity, introducing into consideration a method of cognition that brings them into a systemic unity. The new requirement for science makes it possible to refer it to "internal" knowledge, since in it, as noted above, the content must develop from itself, following necessity. A. F. Losev, continuing this "line" based on the disclosure of the concept of "name", defines the levels of eidetic subjectivity, which makes it possible to introduce a systematic principle into various types of knowledge.

• dialectic • eidos • scheme • symbol • logos • logical construction of eidos • logical forms • idea • noema • mathematical structures • dialectics • formation • removal • evaluation • semantics

УДК 124.2

Фрактальная семантика, или Семантические фракталы бытия

***Михалевский Д. В.**, кандидат философских наук, член-корреспондент РАЕН, Москва*

Представлен анализ онтологии смысла на основе неклассической теории фрактальной многомерности бытия. Используются понятия топологическая парадигма многомерности (ТПМ) и парадигмальный цикл (ПЦ). Показано, что онтология смысла развивается следуя фрактальной закономерности, реализующей цикличное повышение размерности когнитивных структур, направленное на повышение целостности. Представлено развитие этих структур как на индивидуальном уровне (онтопсихология), так и на коллективном (онтосоциология и онтоистория культуры). Представление онтологии смысла как фрактала позволяет учесть обратные связи, реализующиеся в этой многоуровневой структуре, построенной по постнеклассическому принципу «целое в целом».

• смысл • бытие • онтологический • когнитивный • парадигма • фрактал • размерность • топология • целостность

Единство и целостность стоят на самом верху шкалы объективных ценностей, ведь их символы неотличимы от imago Dei.
Карл Густав Юнг

...Всякое единичное состояние сознания значимо лишь в той мере, в какой оно потенциально заключает в себе всю целостность и мыслится как бы в непрестанном продвижении к целому...
Эрнст Кассирер

...Целостность бесконечно сущего мира — это внутренне рациональная целостность.
Эдмунд Гуссерль

Практическая психология солидарна с онтологией смысла в том, что формирование смысла базируется на понимании целого. Дети понимают смысл событий из контекста ситуации, разворачивающейся на их глазах. Смысл слов мы понимаем из контеста разговора, текста или дискурса в широком смысле слова. «...Понимание высказывания не является процессом последовательного добавления значения одного слова к другому. Это активный процесс структурирования и извлечения смысла из целого. Таким образом, правильная интерпретация слова в одном случае не гарантирует его понимания в другом» [7, с. 88]. Эта мысль принадлежит М. Доналдсон, профессору психологии развития в Эдинбургском университете. А вот цитата из статьи отечественных специалистов в области онтологии смысла: «Смысл

являет себя в бытии. С этого простого утверждения начинается онтология смысла или попытка постижения мира и самого себя человеком. Смысл обнаруживается во всех движениях рефлексивной деятельности, само мышление по своей сути есть совокупность операций, производимых со смыслом: поиск и нахождение смысла, наделение смыслом, обессмысливание (разложение "старого" смысла) и т.д. С появлением мыслящего сознания возникает и смысл как необходимое условие его существования. Сама этимология русского слова смысл указывает на его сопричастность мысли, смысл — это сомысль, то что с мыслью. Мышление, оперируя мыслями, упорядочивая их, создает, множит и структурирует устойчивые соединения-кластеры (смыслы). Достигая критической точки, эти соединения образуют минимально необходимое пространство для жизни и развития мыслящего субъекта. Так возникает культура, полигон приложения человеческих устремлений в целях преодоления первоначального хаоса, пригодная для существования среда обитания духа, способ полагания смысла» [4]. Авторы этого высказывания, А. И. Богданов и Г. М. Пурынычева, по сути дела, подтверждают положения, высказанные в первой цитате, и развивают их. А вот еще одно высказывание на ту же тему: «...Осмысление может осуществляться лишь через посредство соотнесения предмета с некой целостной системой знаний о мире (то, что можно назвать "интегральной картиной мира"), в которой каждый элемент находится в живой, активной связи со всеми другими элементами знания. То есть смысл не делится ни на какие "куски" или "фрагменты". Он может существовать лишь как целостное "смысловое поле", в котором каждый элемент определяется через соотнесение его со всеми другими элементами. (Отсюда становится понятен загадочный афоризм Прокла: "Каждый ум мыслит все сразу". Чтобы явно помыслить что-то одно, нужно неявно помыслить и все остальное — тот контекст, вне которого мыслимый предмет утрачивает всякую смысловую определенность.)» [9].

Вышесказанное можно объединить следующим образом: *при извлечении смысла безусловным приоритетом является целое, а механизм этого извлечения базируется на динамическом структурировании информации*. Поскольку когнитивные механизмы индивидуальны, то не только структуры, обрабатывающие информацию, но и само «целое» оказывается индивидуальным. В итоге, мы приходим к выводу, что разговор о семантике в своей основе должен содержать представления о формировании структур сознания как процессе когнитивного развития. Таковой базой может служить неклассическая теория фрактальной многомерности бытия (НТФМБ), которая, по мере разработки, была представлена нами последовательно на трёх всемирных конгрессах по философии: XXIII-м в Афинах (2013), XXIV-м в Пекине (2018) и XXV-м в Риме (2024). НТФМБ реализует неклассические принципы применительно к онтологии, что автоматически подразумевает учет субъективного начала через динамику когнитивного развития. А это, в свою очередь, создает базу для рассмотрения онтологии смысла как философского учения о бытийном строении человеческого сознания [8].

Целостность образуется связями. В последнее время внимание исследователей обращено на связи, которые устанавливают нейроны мозга. Эти связи (в виде теории графов или теории сетей) описывает концепция

коннектома. Число нейронных связей в мозгу чрезвычайно велико и оценивается в квадриллион — 10^{15}. Но в цепи обработки информации сознанием имеется элемент, на который обращается крайне мало внимания. Этот элемент — кратковременная память (КВП). КВП, до определенной степени, можно сравнить с оперативной памятью компьютера. Согласно современным представлениям, в пространстве КВП происходит первичная обработка *любой* информации, получаемой сознанием *любыми* способами из *всех* возможных источников. Даже если на человека нисходят божественные откровения, все равно, для перевода их на рациональный уровень требуется обработка такой информации в КВП. Отсюда следует вывод: *человек способен осознать только то, что находится в КВП*. Все остальное для него не существует. А находиться в КВП может очень не много. К пятидесятым годам 20-го века емкость КВП оценивали «магическим числом» Миллера 7±2 [26, с. 81], позже ее сократили до 4-х [22, с. 75]. Это означает, что в каждый момент времени, человек может воспринимать информацию только о четырех объектах сознания. Этот факт можно интерпретировать как ограничение пропускной способности канала связи через КВП величиной 10^{-15}. Столь радикальное ограничение, по сути, не только блокирует нашу связь с миром, но также и с продуктами самого сознания, с информацией, хранящейся в долгосрочной памяти или поступающей к нам каким-либо иным путем. По нашему мнению, столь радикальное ограничение объема рабочей памяти связано с трехмерностью мира, в котором реализуется наше бытие. Далее о механизме этого ограничения будет сказано подробнее. Нами была сформулирована гипотеза о возможном способе преодоления этого ограничения.

Согласно этой гипотезе, в отличие от оперативной памяти компьютера, ограничение объема КВП может быть снято путем усложнения объектов сознания, находящихся в ней в каждый момент времени. Эти усложнения реализуются путем последовательного наращивания связей между этими объектами сознания. Объединяясь, эти элементарные объекты образуют базовые когнитивные структуры (БКС). Каждую из таких структур, вне зависимости от ее сложности, КВП «видит» как одиночный объект. Иными словами, КВП можно представить как ящик ограниченного объема, который вмещает только четыре объекта, но вместимость определяется исключительно *количественным* фактором, а структурная сложность этих объектов — *качественный* фактор — значения не имеет.

Связи между объектами, явлениями, событиями устанавливаются по общим для них признакам, свойствам, характеристикам. Остальные качества в таком случае перестают иметь существенное значение и отбрасываются. Такого рода абстрагирование от определенных свойств, полагающимся второстепенными, порождает *абстракции*. Этот механизм лежит в основе ассоциаций, метафор, аллегорий, аналогий, обобщений, знаков, символов и разного рода аллюзий. Обобщение, происходящее благодаря абстракции мышления, обеспечивает более плотную «упаковку» информации, а это, в свою очередь, позволяет расширять границы воспринимаемой действительности.

Объекты сознания, объединяясь в БКС, образуют последовательность структур. На начальном этапе — это исходные одиночные элементарные объекты, не имеющие связей. С возникновением одиночных связей, происходит попарное объединение элементарных объектов с образованием БКС, имеющей простейшую линейную структуру. На следующем этапе каждый объект получает по две связи, результатом чего становится БКС, состоящая из трех объектов. И, наконец, при формировании

трех связей у каждого объекта, возникает БКС, характеризующаяся четверичной структурой.

Последовательность усложняющихся БКС образует ряд квазипространственных структур, размерность которых повышается от 0 до 3. Одиночные элементарные объекты начального уровня можно рассматривать как нуль-мерные структуры (0D). Линейные БКС, объединяющие по два элементарных объекта сознания — одномерны (1D). БКС, состоящие из трех объектов — двумерны (2D). Трехмерность реализуется БКС, образованной четырьмя элементарными объектами (3D) и представляет собой виртуальный тетраэдр.

Тетраэдр есть простейшая трехмерная структура, что определяет предел нашего бытия уровнем трехмерности. Такова граница адиттивного усложнения, устанавливаемая физиологией, поскольку наши материальные тела адаптированы к функционированию в трехмерном материальном мире. Вестибулярный аппарат человека, расположенный в среднем ухе, имеет три полукруглых канала, которые, фактически, образуют декартову систему координат. Соответственно, размерность БКС также не может превышать трех, а цикл ее усложнения ограничивается четверицей.

Ограниченность цикла развития БКС преодолевается дальнейшей организацией связей. Только теперь в структурообразующие процессы начинают вступать сложные интегральные объекты — сами БКС. В результате, циклы развития БКС формируют иерархию уровней все более усложняющихся структур, где на каждом уровне содержится по четыре структуры, размерность которых последовательно повышается от 0 до 3.

Согласованность четверичной структуры БКС и их числа в одном цикле с объемом КВП и механизмами реализации трехмерности не случайны. В различных культурах четверка — это знак завершенности, полноты. Самые популярные четверицы из повседневной жизни: четыре времени суток; четыре сезона года; четыре стороны горизонта. Древняя мудрость полагала существование четырех первоэлементов. Эту идею возродил в своей «Философии природы» Гегель. Шопенгауэр рассматривал четыре формы закона причинности, четыре способа соединения «формы» и «материи». Бергсон подразделял ключевое понятие своей философии жизни «длительность» на четыре аспекта. В этом же ряду присутствует четверица Хайдеггера. Современная физика говорит о четырех агрегатных состояниях вещества. Четверичная последовательность неизменно встречается в периодизации времен в виде золотого, серебряного, бронзового и железного веков. Историческая хронология включает Древность, Средневековье, Новое время и Новейшее время. Марксистская доктрина констатирует четыре формы общественно-экономических формаций: рабовладельческую, феодальную, капиталистическую и коммунистическую. Библия включает четыре канонических Евангелия. Число четыре встречается в Священном Писании с регулярностью, нарушающей любую случайность. Не будем забывать про тетраграмматон — четырехбуквенное имя Бога. Вспомним также свя-

щенный пифагорейский тетрактис, который некоторые авторы прямо расшифровывают как символический образ идеи повышения размерности [6, с. 63]. Этот перечень можно продолжать [16, с. 166-167].

По мере увеличения уровня абстракции, наращивания числа связей и усложнения БКС, последние обеспечивают все большее уплотнение информации. Соответственно возрастает поток информации через КВП. Это можно сравнить с последовательной заменой бумажных ценников на полке магазина на штрих код, затем на QR-код, а затем на голограмму. Итогом становится восхождение сознания по лестнице абстракций, рост целостности сознания, личностное развитие и расширение пространства, доступного человеку. «По мере выработки все более абстрактных понятий человек расширяет свой мировоззренческий горизонт, но при этом картина мира все более отрывается от реальности» [11, с. 13]. Действительно, каждый раз при переходе на более высокий уровень происходит потеря определенной доли информации за счет абстрагирования от второстепенных свойств элементарных объектов сознания, объединяемых в БКС. Именно поэтому по мере выработки все более абстрактных понятий, мы все больше утрачиваем связь с внешним миром. По той же причине ребенок, как и представитель традиционной культуры, столь внимателен к деталям, а взрослый человек им в этом уступает, обращая основное внимание на целое.

БКС с неизбежностью структурируют всю информацию, попадающую в сферу сознания, поскольку «нечто, вошедшее в сферу сознания, обладает структурой сознания» [14, с. 58]. Подчеркнем еще раз: не имеет значения каким образом и каким путем информация попала в КВП. Это могут быть впечатления от внешнего мира, результаты логических построений, случайная мысль, религиозные или духовные откровения, эмоциональные переживания, воспоминания, сны и т.д., и т. пр. Чтобы быть осознанной, т. е. стать доступной к последующему использованию, любая информация должна быть обработана в КВП и, таким образом, неизбежно оказывается структурирована текущей структурой БКС. Повышение связности БКС усложняет их форму и повышает целостность, соответственно изменяя характер восприятия внешних форм. «...Каждая новая форма порождает новое "строение" мира, осуществляющееся по специфическим, имеющим лишь для нее силу стандартам» [10, с. 109].

Структурирование КВП осуществляется на базовом уровне, то есть прежде, чем информация будет обработана нейросетями мозга. Поскольку такое структурирование осуществляется единообразно для всех потоков информации в соответствии с текущей связностью БКС, КВП работает как универсальный пространственный фильтр, а БКС представляют собой фундаментальный механизм, обеспечивающий «некоторое упорядочение..., само являющееся способом извлечения порядка — порядок порядков» [13, с. 170]. По сути, это те самые априорные формы сознания, о которых говорил И. Кант.

Последовательность БКС повышающейся размерности определяет уровни когнитивного и личностного развития. Каждое повышение размерности структур сознания есть качественная перемена в личностном развитии. Оно дарит мгновения озарения, восторга соприкосновения с Абсолютом. Такие трансформации М. Хайдеггер называл «прорывами сознания», а М. Мамардашвили — «актами трансценденции». Именно они обеспечивают «восхождение» человека, которое Хайдеггер напрямую связывал с «бытийствованием» [20, с. 218]. И в этом восхождении, многократно преодолевая себя самого в состоянии на каждый данный момент, человек — в иде-

але — стремиться максимальной целостности, как аттрактору личностного развития. На основании определения личности, данной Г. Олпортом, Д. С. Крюков приводит следующую формулировку: «...Личность... это динамическая интеграция всех психофизических систем, синтез характеристик, свойств и качеств индивида, определяющих ею деятельность и мышление и формирующих его субъектность, которая обуславливает способность индивида быть организующим и организуемым элементом системы отношений «Человек - мир», способность формировать всю совокупность жизненных отношений своего внутреннего и внешнего бытия путем активного их изменения и адаптации к ним» [21, с. 52-53].

Для описания динамики этих процессов мы вводим понятие *топологическая парадигма многомерности* (далее ТПМ). ТПМ — это объективная пространственно-топологическая мера процессов и явлений, традиционно полагаемых субъективными: когнитивного развития, социальных отношений, а также морфологии разнообразных продуктов творческой деятельности человека в самых различных сферах.

ТПМ — мера, объединяющая количественный и качественный аспекты бытия, мера движения к целому.

Бытие есть движение сущего в направлении целостности через последовательное увеличение освоенного пространства и циклическое повышение его размерности.

Число размерностей ТПМ определяет качество мировоззренческой картины человека, качество создаваемых им продуктов в различных сферах жизни и качество самого человека, фиксируя уровень его личностного развития. «...Есть какие-то способы внесения порядка в нечто, что само по себе, по законам природы, порядком не обладает, а было бы хаосом. И эти способы внесения порядка в мир и в биологические состояния суть одновременно способ конструирования и воспроизводства человеческого существа как такового, в его специфике» [15, с. 20]. ТПМ позволяет зафиксировать инвариантные отношения, порождаемые БКС. ТПМ абстрагирует характеристики пространственности, а потому описывает уровень целостности сознания и обеспечиваемого им мировосприятия и задает мировоззренческую и научную парадигму в куновском смысле (как совокупность представлений, положений, законов, правил и проч.).

Повторяющуюся последовательность геометрических форм ТПМ возрастающей размерности мы назвали *парадигмальным циклом*. Эти циклы отображают движение по уровням абстрактного мышления.

Таким образом, на протяжении жизни в сознании образуются все более сложные структуры, которые используются для организации более сложных структур, способных реализовывать более сложные функции.

Человек за свою жизнь проходит парадигмальный цикл трижды. В цикле первого уровня происходит идентификация себя как сущего и осваиваются моторные навыки и алгоритмы; на втором — формируются ре-

чевые навыки и алгоритмы социального уровня (то есть бытие на символическом уровне); и только на третьем уровне человек вступает на путь накопления опыта и развития, отправляется в самостоятельную жизнь, отделившись от семьи, осуществив акт *второго рождения.* Здесь важно отметить, что наши теоретические построения полностью совпали с результатами исследований Ж. Пиаже и Р. Кейса. Последний автор для нас особенно важен, поскольку в своих обширных экспериментах, которые проводились в 80-е годы 20-го века и имели целью проверку теории Пиаже, он исходил из условия ограниченности КВП [23, с. 571-607]. Тождественность его эмпирических данных нашей гипотезе, придает ей статус полноценной теории.

Сформулированная нами гипотеза о роли КВП в когнитивном развитии получила экспериментальное подтверждение и далее может рассматриваться как полноценная теория.

Выявленная закономерность, однако, не ограничивается периодом человеческой жизни. С. Гроф выделил четыре этапа развития плода в материнском чреве и соотнес с каждым из них уникальную базовую перинатальную матрицу (БПМ) [5]. Наши исследования показали, что эти матрицы устойчиво ассоциируются с этапами жизни, которые описываются парадигмальным циклом [17, с. 93-103].

Более того, как показала в своих исследованиях Р. Берг, все живое, осваивая пространство, движется, циклически повышая размерности [2, с. 55-85]. Так, достигая, казалось бы, биологического совершенства и осваивая новые пространства, а затем снова отступая, жертвуя размерностью, живое устойчиво эволюционировало с одного уровня развития на другой. Биологическая эволюция продолжалась до появления человека, который начал осваивать пространство, прежде всего, посредством сознания. Но и в этом случае прогресс сознания подчиняется тому же закону, что и эволюция всего живого: закону расширения пространства и циклического повышения его размерности. Таким образом, сознание лишь реализует на высшем уровне бытия выявленную нами универсальную закономерность.

Возвращаясь к человеку, следует отметить четыре уровня когнитивного развития, представленные как четыре психотипа, определяемые его психомерностью 0D ТПМ, 1D ТПМ, 2D ТПМ и 3D ТПМ. «Сознание каждый раз обеспечивает определенный уровень обобщенности психического материала, на котором он организуется в композицию — устойчивую психологическую систему, моделирующую поведение, деятельность или жизнь человека в целом. Только на определенном индивидуальном уровне обобщения образуются мыслеформы, чувствоформы и смыслообразы, которые "собирают" необходимый им для объективации материал и выстраиваются относительно друг друга в психологическую композицию, регулирующую процесс объективации в ходе поведения, деятельности и жизни в целом» [1, с. 61].

Кратко сформулируем эти особенности, которые можно вывести путем структурного анализа соответствующей ТПМ.

0D ТПМ — *начальный уровень* когнитивного развития определяется присутствием в КВП четырех элементарных объектов сознания, не имеющих внутренних связей. Отсутствие связей означает отсутствие абстракций, а это, в свою очередь, задает *дологический*, а по сути, *до-сознательный* характер начального уровня. Обработка информации осуществляется механизмами бессознательного, определяя *количественную* и *качественную* специфику сознания начального уровня.

Низкая пропускная способность КВП определяет минимальную эффективность обработки информации сознанием, что выражается в ограничении размера пространства доступного человеку на этом этапе развития так называемой «ближней зоной», имеющей устойчивый размер порядка 100 м в диаметре. В повседневной жизни это выражается в том, что происходящее «далеко» человека не интересует.

Поскольку связность мышления начального уровня минимальна, то дискретные объекты доминируют над их совокупностью и целостной картины мира у человека не возникает. На самой ранней стадии развития, не формируется даже ощущение связности собственного тела. Отсутствие связностей сознания лишает человека представлений не только о пространстве, но и времени. «Это жизнь в режиме "здесь и теперь": нет будущего, о котором надо думать, нет прошлого, которое могло бы научить тому, что о будущем лучше позаботиться. Человек просто "позволяет событиям течь"» [3, с. 53].

Если рациональное мышление строится на абстракциях, образующих иерархию уровней, то для 0D ТПМ доступен только один уровень мышления, что формирует его специфику, обычно определяемую как «мифологическое». К его характерным особенностям можно отнести: уравнивание целого с частью, объекта с его качеством, перенос свойств и создание новых объектов за счет бриколажа — путем смены значений существующих объектов или символов в неожиданно новые без формирования уровней абстракции.

Абстракции в своей основе уникальны, поскольку воплощают индивидуальный опыт; образы бессознательного — универсальны, что находит выражение в продуктах творческой деятельности.

Бессознательно проективно. Нуль-мерный человек переносит свои внутренние состояния во вне. Включенность (до состояния растворенности) в окружающем мире и коллективе.

Вербальные формы коммуникации доминируют над визуальными. Главной информационно-коммуникационной системой является миф.

Рефлексия отсутствует.

Нуль-мерный человек, являясь неотъемлемой частью коллектива, не может функционировать самостоятельно. Формально это выражается в том, что он не способен принимать решения, не готов нести ответственность за себя, за своих близких, за окружающее, он не задается экзистенциальными вопросами о бытии. Главной движущей силой для него выступают эмоции и естественные рефлексы, которые в современном обществе маскируются принятием условий и форм поведения, задаваемых окружающей культурой. Можно сказать, что он живет инстинктами.

1D ТПМ — *первый уровень* когнитивного развития. *Количественный* аспект определяется механизмом абстракции, благодаря которому объемы обрабатываемой информации существенно увеличиваются по сравнению

с предыдущим уровнем. *Качественный* аспект связан с линейным структурированием обработанной информации.

Преодоление нуль-мерной целостности начального уровня предстает как расщепление сознания. Но разделенность — это лишь один аспект линейной структуры, который может трактоваться как дуальность, дихотомия или бинарность. Другой аспект — одномерная связность. Культурные/парадигмальные доминанты: граница, время, путь, и проч.

Топология картины мира одномерного сознания содержит две мировые точки, между которыми существует связь. В одной из этих точек находится *наблюдатель*, в другой — *объект* его внимания. Такому *наблюдателю* в каждый момент времени доступно либо одно сущее, либо одно качество, либо одно явление. Появление второго объекта неизбежно вытесняет из поля внимания предыдущий. Этот феномен хорошо изучен в рамках детской психологии.

Эгоцентризм. Субъект-объектные отношения к окружающему миру и к другому. «Я — Ты »воспринимаются как противоположности.

Убежденность в безальтернативной правоте своей точки зрения и максимализм, а также взгляд на мир через оппозицию да-нет. Мир в таком случае разделяется на две крайности: добро — зло, свет — тьма и т.д., столкновение между которыми приобретает эпический масштаб. Радикальность взглядов, нетерпимость к иной точке зрения.

Негативный характер мышления, протестное мышление, отрицание того, отчего произошло отделение (напр. семья), конфликтность, бунтарство, стремление к подвигу как преодолению границы, соревновательность, склонность к риску, поиск ярких ощущений и впечатлений, страсть к путешествиям и смене мест.

Туннельное мировосприятие.

Время как экзистенциальная проблема, фокусировка на потустороннем, хтонические черты 1D ТПМ культуры.

Причинно-следственное понимание происходящего,

Короткое целеполагание, жизнь без каких-либо стратегических воззрений.

Главной информационно-коммуникационной системой являются линейные формы: эпос, сказка, приключенческая литература

Рефлексии первого уровня («спонтанная» или «психологическая», а в терминологии Ф.В. Гегеля — «рассудочная») в каждый момент времени доступен лишь один объект, соответственно, *наблюдатель* может «вернуть» себе лишь свой внешний образ, т.е. самопознание происходит на внешнепространственном или предметно-объектном уровне. Материально-объектное восприятие мира. Акцентирование внимания к своей внешности, особенно ярко проявляющееся в периоды 1-D ТПМ детства, а также в подростковом возрасте. Желание выделиться исключительно за счет внешних признаков (модели поведения, одежда, прически, атрибутика и т.д.).

Обращенность на себя выполняет важнейшую психологическую функцию, позволяющую субъекту понимать и позиционировать себя как первичный активный и систематизирующий фактор.

Стремление объединяться в группы. Органическая способность формировать и встраиваться в вертикальные социальные структуры.

2D ТПМ — *второй уровень* когнитивного развития. *Количественная* специфика определяется возникновением абстракций второго уровня, которая увеличивает объем обрабатываемой информации. *Качественная* специфика определяется двумерной квазипространственной формой когнитивных базовых структур, обеспечивая, соответственно, двумерное структурирование всей обрабатываемой информации.

Формируется представление мира как плоскости, высота которой сохраняет размер ближней зоны. Следствием увеличения воспринимаемого пространства может стать космополитизм.

Сознание второго уровня способно одновременно обрабатывать информацию о двух сущих: двух объектах, двух качествах, двух событиях и т.д. Эту способность подтвердили результаты психологических экспериментов Пиаже. Для двумерного *наблюдателя* снимаются оппозиции, разрешаются конфликты, присущие одномерному сознанию, уравновешиваются любые «да» и «нет».

Наблюдатель 2D ТПМ занимает внешнюю (трансцендентную) позицию по отношению к одномерной конфигурации. Как следствие,

1) двумерный *наблюдатель* видит двух *других* как равноположенных, в результате чего создаются условия для субъект-субъектных отношений. Возникает диалог, как форма общения, как художественная форма (трагедия), а также как метода научного постижения мира;

2) акцентируются разного рода трансценденции. В религии это реализуется через соотнесение Божественного начала с бесконечностью. В сфере искусства происходит перенос внимания с внешнего пространства, что было характерно для одномерного уровня, на то, что можно назвать «внешней духовностью»;

3) помимо объектов внешнего мира двумерному сознанию открывается *среда*, в которую объекты погружены. Тем самым, преодолевается доминировавшая ранее дискретность восприятия и вся картина предстает в своей взаимосвязи как единое целое. По сути, это есть результат абстрагирования второго уровня — переход от дискретных объектов к среде их вмещающей как целому. Результатом становится способность строить живописное изображение по правилам линейной перспективы;

4) среда позволяет раскрывать объективные условия бытия сущего, а также субъективную реальность, выражаемую через интерсубъективное отношение двух субъектов. В результате, *наблюдателю* становится доступна

глубинная суть и природа причинно-следственных связей, определяющих эти взаимоотношения и понимаемых как законы;

С переходом на второй уровень когнитивного развития изменяется характер рефлексии. Теперь она обращена на содержания сознания. Формируется сознание о сознании, а также научное мышление.

2D ТПМ — человек душевный. Усиление духовной составляющей для второго уровня когнитивного развития выражается в возрастающей значимости внутренних правил и принципов. Формирование чувства ответственности и личной включенности в происходящее вокруг.

Для людей с приоритетом души над сознанием свойственно стремление выражать душу — это художники. У людей «сознательных» развивается приоритет рационального. Душевное подавляется. Доминирует сознательное начало в контексте материальной объектности.

3D ТПМ — *третий уровень* когнитивного развития. На этом уровне структуры сознания обретают максимально возможную — троичную — связность, что обеспечивает, соответственно, трехмерное структурирование обрабатываемой информации.

Достигается полноценное личностное развитие.

Человеку становятся доступными наиболее развитые пространственные представления и формы их отражения. Для этого уровня характерны наиболее целостные образы мира, содержащего наиболее сложные связи. Идея пространства начинает присутствовать в самых различных областях деятельности и становится культурной доминантой. Возникают и формулируются идеи космизма, ноосферизма, глобализма.

В полной мере реализуется художественная условность искусства как информационно-коммуникационной системы способной транслировать авторское послание перципиенту, т.е. информацию о внутреннем пространстве автора, заключенную во внешнепространственную форму.

Все жанры искусства обретают личностное наполнение. В живописи появляются жанры пейзажа и портрета. Культура приобретает ярко выраженный визуальный характер.

Духовность — как пограничность с Целым.

Рефлексия третьего уровня обращена на бытие души. У человека складываются отношения не только с внешним миром, но и с миром внутренним. Топологический характер рефлексии.

Человек обретает устойчивость по отношению к воздействиям из вне, благодаря постоянству или стойкости внутренней среды.

Человек третьего уровня приходит к идее единства противоположностей в их взаимной обусловленности. Стремление к гармонии, балансу противодействующих сил в каждом проявлении реальности, осознание относительности добра и зла в каждом из событий и поступков — существенный шаг к пониманию целостности мира.

Склонность к философскому отношению к проблемам. Избегание конфликтов и противостояний, поиск продуктивных компромиссов.

У носителей перечисленных четырех уровней когнитивного развития различные системы ценностей и мотиваций, которые совпадают с пятиуровневой пирамидой А. Маслоу при добавлении базового уровня биологического выживания.

Поскольку каждый из перечисленных уровней реализуется в два этапа: как потенциальный и актуальный (накопление энергии — разряжение) или как стадии становления/самоорганизации и адаптации, возможна большая дифференциация и число уровней увеличивается до девяти, совпадая с иерархией, описанной последователями Маслоу.

Социальные структуры — это, по сути, дальний порядок ТПМ. Они формируются по мере появления носителей все более высокой ТПМ, производя коллективный эффект в живой социальной среде, и развиваются, формируя парадигмальные циклы. Тем самым, социальные структуры воспроизводят закономерности личностного уровня развития [25, с. 109; 17, с. 63-69]

Такое теоретическое описание бытия социума представляет собой онтосоциологию, которая оказывается неразрывно связана с онтопсихологией. И в том нет ничего удивительного, поскольку только человек порождает общество, одновременно являясь его «продуктом».

Четыре базовые ступени социального развития формируют четыре устойчивые социальные группы, которые отчетливо представлены в славянском Великом Спасе и индийской кастовой/варновой стратификации (не путать с профессиональной кастовой дифференциацией).

Общество бытийствует как сложная система. Это единый организм, в котором присутствуют носители ТПМ всех уровней. Особую роль играет взаимодействие активной периферии и пассивного ядра, представляющих неотъемлемые части общества как целого.

Периферию общества образуют носителей высшей ТПМ. Для них свойственно «актуальное», в понимании Хайдеггера, бытие. Именно они творят актуальную Культуру. В сложно дифференцированном обществе с развитой структурой, «интеллектуальная микросреда», по мнению А. Моля, измеряется «сотыми долями от общей численности населения [2D ТПМ — *прим. Д. М.*], — микросреда, из которой набирается еще один более узкий круг "профессиональных" творцов, составляющих уже менее одной тысячной части общества [3D ТПМ — *Д. М.*]» [19, с. 364]. Своими исканиями эти пассионарии испытывают пути дальнейшего развития общества. В стратегическом смысле периферия представляет собой «расходную» часть коллектива, которой можно рисковать при выборе направления развития, без опасности утраты общей стабильности.

Ядро общества образуют носители 0-D ТПМ. Их отличает психологический коллективизм, и слабая способность мыслить рационально. Они живут

бессознательным. Их судьба, по мысли Хайдеггера, — это «неактуальное» бытие. Именно ядро, насчитывающее до 80% от общей численности общества, выполняет функцию его стабилизатора. Так что у каждой социальной структуры есть своя цель и своя миссия. В приложении к разным частям общества можно говорить о двух скоростях бытия: быстрой — для периферии и медленной — для ядра.

Каждая социальная структура генерирует свою картину мира и культуру, которые характеризуются соответствующими ТПМ. «...Каждая новая форма порождает новое "строение" мира, осуществляющееся по специфическим, имеющим лишь для нее силу стандартам». [10; 109] Элита — носители высшей ТПМ в обществе на текущий момент — формируют общую культуру исторического периода. Наиболее нагляден этот процесс для древнегреческой истории [24, с. 467].

0D период — Темные века: однородные племена, охота и собирательство, миф.

1D период — архаика: аристократия, крестьяне и ремесленники, путь, граница, время, геометрическая и чернофигурная вазопись, земледелие, эпос, полис, генеалогия богов.

2D — классический период: краснофигурная вазопись, научное мышление, диалог, диалектика, театр, трагедия.

3D — эллинизм: личностные формы культуры («средняя» комедия, портрет, пейзаж).

В дальнейшем этот процесс повторяется в контексте развития других народов, к которым переходит пассинарный импульс. Каждый парадигмальный цикл, представленный исторической эпохой и реализуемый сознанием носителей высшей ТПМ, по завершении повышает уровень следующего парадигмального цикла (эпохи) на единицу. Этот механизм обеспечивает Античности качество нуль-мерности, средневековью — одномерности, Возрождению — двухмерности, а Новому времени — трехмерности. Таким образом, на протяжении западноевропейской истории циклическое развертывание ТПМ последовательно переходит на все более высокие уровни бытия, формируя исторические периоды и эпохи, а история Культуры обретает статус онтоистории. «Целое — цель культуры», — утверждал современник Хайдеггера и Шпенглера, К. Малевич [12, с. 39].

Культура, как пространство бытия души человека, представляет собой контекст индивидуального развития, в котором реализуются иерархия актуальных уровней, формализованных ТПМ. Разнообразие и специфика форм социально-культурного бытия для каждого исторического момента определяется синхронным взаимодействием различных уровней, как это представлено строками Таблицы 1. Это взаимодействие имеет резонансный характер, при котором одинаковые ТПМ разных уровней усиливают свойственные им специфические характеристики. Наибольшую весовую характеристику имеют ТПМ структур высшего уровня — онтоистория Культуры, а наименьшую — индивидуальная ТПМ. Этот механизм, среди прочего, определяет востребованность на различных этапах истории вполне определенных типов личностей, социальных структур и форм Культуры. Так появляется возможность понять «весовые характеристики» различных уровней различных структур сознания и их роль как в формировании социально-культурных процессов, так и в личностном развитии [18, с. 272-454].

Таблица 1

Фрактал Михалевского

тпм	Дородовой период	Детство		Индивидуальная жизнь Древняя Греция	Эпохи	Западно-европейская история			
	Базовые перинатальные матрицы ***Ст. Гроф***	Сенсо-моторная стадия ***0-2 года***			Средние века	Возрождение	Новое время	Новейшее время	
0D	БМП-1	Под стадия 1 ***0-1 месяц***	Сенсо-моторная стадия ***0-2 года***	Темные века	Темные века				Древняя Греция
1D	БМП-2	Подстадии 2и3 ***1-10 мес.***	Доопера- циональное мышление ***2-7 лет***	Архаика	Раннее средне-вековье	Раннее Возрождение	Просвещение	Модернизм Авангард	Средние века
2D	БМП-3	Подстадии 4и5 ***10-18 мес.***	Конкретные операции ***7-11 лет***	Классический период	Романский период	Маньеризм	Романтизм	Постмодер-низм	Возрождение
3D	БМП-4	Подстадия 6 ***18 мес.-2 года***	«Спокойный период» ***11-12 лет***	Эллинисти-ческий пе-риод	Готика	Барокко	Импрессио-низм	Постпостмо-дернизм	Новое время
РАСПАД СТРУКТУР						Рококо	Модерн Арт-нуво		Новейшее время

Циклический процесс, развивающийся на нескольких уровнях, может быть описан как фрактал, то есть как самоподобные формы, структуры или паттерны, которые последовательно воспроизводятся на различных масштабах. Четверичный парадигмальный цикл, лежащий в основе механизма преодоления ограничения объема КВП, формирует развитие человека и продуктов его творческой деятельности как фрактальный процесс. В этом случае фрактал отличается от движения по спирали тем, что каждый предыдущий цикл развития оказывается первым этапом каждого следующего цикла. Эту закономерность, описывающую синхронизированное движение бытия на многих уровнях и визуально представленную в таблице 1, мы назвали «*фрактал Михалевского*».

Выявленная нами фрактальная закономерность наглядно демонстрирует, что высшей целью онтогенеза является Целое. Целое — как Цель. Удивительно как эту идею содержит в себе язык! Каждый парадигмальный цикл — это самостоятельное целое. Каждое локальное состояние, описываемое ТПМ, — это этап на пути формирования целостности текущего парадигмального цикла. восхождение по этой пирамиде целостностей обеспечивается фрактальной иерархией смыслов.

Фрактал Михалевского раскрывает многоуровневую вложенность целостностей, каждая из которых генерирует свои смыслы. Целостность каждой исторической эпохи (верхний уровень), представляемая через соответствующую ТПМ, производит свои смыслы. Исторические эпохи содержат исторические периоды, которые образуют парадигмальный цикл. Смыслы эпохи резонируют со смыслами исторических периодов. Последние определяются целостностями, описываемыми ТПМ своего уровня, который есть уровень социальных структур. А уже внутри этого уровня действуют отдельные личности, имеющие свои целостности сознания и являющиеся носителями собственных смыслов. Учет фрактальной иерархии «в моменте» наглядно демонстрирует формирование текущего смысла в каждой точке фрактала как продукта резонансной суперпозиции всех уровней. При этом каждый раз мы неизменно имеем дело с индивидуальным сознанием, имеющим свою индивидуальную целостность и являющегося носителем собственных смыслов. То есть представление онтологии смысла как фрактала автоматически учитывает обратные связи, реализующиеся в этой многоуровневой структуре, построенной по постнеклассическому принципу «целое в целом». А предлагаемая нами фрактальная семантика предстает в виде семантических фракталов бытия.

Список использованных источников:

1. *Белозеров С. М.* Организация внутреннего мира человека и общества. Теория и метод композиций. — М.: Алетейа, Альпина бизнес букс, 2002.
2. *Берг Р.* Почему курица не ревнует? — СПб.: Алетейя, 2013.
3. *Бескова И .А.* Эволюция и сознание: новый взгляд. — М.: Издательство «Индрик», 2002.
4. *Богданов А. И., Пурынычева Г. М.* Онтология смысла. Феномен наличия смысла-в-бытии. https://cyberleninka.ru/article/n/ontologiya-smysla-fenomen-nalichiya-smysla-v-bytii
5. *Гроф С.* Психология будущего: Уроки современных исследований сознания. — М.: ООО «Издательство АСТ», 2001.
6. *Даан-Дальмедико А., Пейффер Ж.* Пути и лабиринты. Очерки по истории математики. — М.: Мир, 1986.
7. *Доналдсон М.* Мыслительная деятельность детей. — М.: Педагогика, 1985. — С. 88.
8. *Иванов Е. М.* Онтология субъективного. — Саратов: Наука, 2007.
9. *Иванов Е. М.* Исследование онтологии смысла. Философия и общество. — № 2 (58), 2010.
10. *Кассирер Э.* Философия символических форм. В 3-х т. Т. 1. Язык. — М., СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2015.

11. *Кликс Ф.* Пробуждающееся мышление. У истоков человеческого интеллекта. — М.: «Прогресс», 1983.
12. *Малевич К.* Мир как беспредметность. — М.: «Издательство Э», 2016.
13. *Мамардашвили М. К.* Стрела познания (набросок естественноисторической гносеологии). — М.: Школа «Языки русской культуры», 1997.
14. *Мамардашвили М. К., Пятигорский А. М.* Символ и сознание: метафизические рассуждения о сознании, символике и языке. — М.: Школа «Языки русской культуры», 1997.
15. *Мамардашвили М. К.* Введение в философию / М. К. Мамардашвили. Философские чтения. — СПб.: Азбука классика, 2002.
16. *Михалевский Д. В.* Анализ парадигмальных переходов в среде фрактала Михалевского. В сб. Человек в современном мире: искусственный и естественный интеллект — соперничество или сотрудничество? — Рагуза: Энциклопедист-Максимум, 2024.
17. *Михалевский Д. В.* Периодизация развития человека на основе парадигмы пространственной многомерности. В сб. Пространство и бытие. — СПб.: Алетейя, 2017.
18. *Михалевский Д. В.* Несколько размышлений о пространстве, а также о личностном развитии, когнитивной эволюции и истории культуры (Эскиз онтоистории). В сб. Пространство и бытие. — СПб.: Алетейя, 2017.
19. *Моль А.* Социодинамика культуры. Изд. 3-е. — М.: Издательство ЛКИ, 2008.
20. *Хайдеггер М. Гераклит.* 1. Начало западного мышления. 2. Логика. Наука о логосе. — СПб.: Изд-во «Владимир Даль», 2011. — С. 218.
21. *Крюков Д. С.* К проблеме определения религиозной личности. Religio, 2004-2007. Вып. 1.
22. Baddeley, A. D., Thomson, N. & Buchanan, M. (1975) Word length and the structure of short-term memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior 14:5.
23. Case. R., The Structure and Process of Intellectual Development. International Journal of Psychology 22 (1987), North-Holland.
24. Mikhalevski D. The Development of Social Space and its Structures in Ancient Greece. A New Spatial Paradigm Approach. Abstracts of the XXIII World Congress of Philosophy. Athens, Greece. 2013.
25. Mikhalevski D. Representation of the Development of Social Space, Social Structures, and Forms of Culture through the Notion of Paradigm of Spatial Multidimensionality (PSM). The International Journal of Interdisciplinary Social and Community Studies. Illinois, USA: Common Ground Publishing LLC. 2015.
26. Miller G.A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. Psychological Review, 1956, 66 (2).

FRACTAL SEMANTICS OR SEMANTIC FRACTALS OF BEING

***Mikhalevski D.V.**, PhD, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Moscow*

A non-classical outline of the ontology of meaning within a framework of the Non-classical Theory of Fractal Multidimensionality of Being. The concepts of the Topological Paradigm of Multidimensionality (TPM) and Paradigmatic Cycle (PC) are introduced. It is shown that the ontology of meaning develops according to a fractal pattern, implementing a cyclical increase in the dimensionality of cognitive structures aimed at enhancing integrity. The development of these structures is presented both at the individual (ontopsychology) and collective (ontosociology and ontohistory of culture) levels. Representing the ontology of meaning as a fractal allows for consideration of the feedback loops realized within this multi-level structure, constructed according to the post-non-classical principle of «the whole within the whole».

• meaning • being • ontological • cognitive • paradigm • fractal • dimension • topology • integrity

УДК 81.33

Об оценке семантического шума[1]

***Мещеряков Р. В.**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Москва*

В статье представлен подход к формализации получения оценки семантического шума. Рассматривается классификация семантических шумов. Приводится постановка задачи формализации метрик получения оценок семантического шума. Приводятся примеры расчета уровня семантического шума передаваемого сообщения.

• семантика • шум • семантический шум • обработка информации • слабоструктурированная информация • критерий

ВВЕДЕНИЕ

Развитие технологий обработки и передачи информации неуклонно ставит проблему оценивания достоверности, полноты исходной и получаемой в результате обработки и/или передачи информации. Если ранее семантический шум определялся преимущественно шумами более низких уровней иерархии системы коммуникации (сигнальный, знаковый, фонемный и пр.) [1], в настоящее время использование больших языковых моделей привело к тому, что информация начинает искажаться уже на этапе целеполагания акта коммуникации [2].

Таким образом следует изменять парадигму оценивания семантических шумов — изменяя, например, аддитивность шумов сигнального уровня на концептуальность шума прагматического уровня. Как вариант, можно использовать когнитивные модели человеческого мышления [1]. Вместе с тем необходимо не забывать и про существующие методы оценивания знаний и их представлений в различных системах [3]. Также следует, что в настоящей будет уклон больше в практическую часть.

СЕМАНТИКА И СЕМАНТИЧЕСКИЙ ШУМ

Изложенные в работе (Мещеряков. Семантика для инженера) формулировки понятия семантики. Отмечалось, что известные определения термина «семантика» в достаточной мере отражают все многообразие смыслов и ориентированы на различные уровни представления многомодальных сигнальных конструкций (текста, речи, жестов, цветов и др.). Будем использовать в инженерных прикладных системах понятие «семантика» как узкий набор сигнальных конструкций, в которых преобладает

[1] Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-11-00340, https://rscf.ru/project/24-11-00340/ «Исследование и разработка методов обработки слабоструктурированной информации на естественных языках в условиях сильных шумов для решения задач безопасности».

текст, среда и ситуация [1, 3, 4]. Получаем, что для настоящего исследования будем использовать формулировку семантики как смысловое значение единиц языка. Для прикладных разработчиков семантика представляет собой выбранную категорию, смысл, значение, информацию о содержании и их связи(ях), а также его представления в системе.

Для конкретных систем способ представления семантики может отличаться и иметь противоречивое и неочевидное сопоставление значения смысла с его представлением в системе. Также следует отметить наличие априори шумов, которые не только имеются как установившийся факт (например, синонимия), но получаются в виде различных внешних факторов.

Определения семантического шума имеют множество вариаций: от телекоммуникационного «значение, непреднамеренно переданное посредством некоторых символов и препятствующее точности декодирования» или «помехи, возникающие в процессе коммуникации и осложняющие его, то есть явления, которое снижают вероятность того отклика со стороны получателя, к которому стремился отправитель» [5] до психологического «искажения смысла при коммуникации, возникающего из-за различий в языке, восприятии, культуре или психологическом состоянии участников» или «помехи, возникающие в процессе коммуникации и осложняющие его».

В любом случае имеется акт коммуникации, в котором участвуют, как минимум, две стороны [6]. Конечно, можно представить и вариант акта коммуникации самого с самим — через текст, записанную речь, изображения и видеопроизведения и пр.

Классификация семантических шумов имеет несколько вариантов:

- по источнику возникновения — естественные и искусственные, преднамеренные и непреднамеренные;
- по языку — собственно язык (языковая группа), диалекты, говоры, сленг, жаргон;
- по культуре — ценности, нормы, представления и пр.;
- по психологическому направлению — личный опыт, привычки, предубеждения, текущее эмоциональное состояние;
- по медицинскому направлению — психоэмоциональное состояния, гормональный уровень и пр. состояние, сюда же следует отнести состояние нервной системы и связанные с этим отклонения, например заикание;
- по каналу коммуникации — отсутствие или перегруженность обратной связи, фоновая обстановка;
- по степени восстанавливаемости — имеют возможности восстановления исходного значения смысла или нет, либо частичной восстанавливаемости смысла;
- по скрытости — наличие «подтекста», дополнительных семантических слоев, например семантическая стеганография;
- по месту возникновения — при кодировании информации, в канале при передаче, при декодировании информации;

- по времени действия — шумы срабатывают только на коротком промежутке либо несут последовательный эффект — последующая информация также семантически искажается.

Указанные варианты классификаций семантического шума слабо формализованы, и критерии их описания недостаточно подробны. Вместе с тем следует использовать уже существующие математические модели описания.

МЕТРИКИ СЕМАНТИЧЕСКОГО ШУМА

Исходя из предпосылок оценивания семантического шума, следует начать с наиболее простых ситуаций, которые могут произойти в коммуникационном акте.

Введем простейший пример — базовая метрика соответствия или несоответствия значению смысла переданного сообщения — истинность или ложность:

$$M = \begin{cases} 1, & \text{если смысл сохранился} \\ 0, & \text{если смысл изменился} \end{cases} \quad (1)$$

где M — метрика истинности или ложности переданного смысла.

Очевидно, что бинарная оценка ограничена сферой применения для жестких систем, например принятия решений в системах поддержки принятия решений.

Для предварительных оценок можно использовать методы нечетких множеств, методов нечетных вычислений, недоопределенных вычислений [1]. Это позволяет более мягко подходить к оцениванию семантического шума и при достаточном наборе данных строить вероятностные модели.

Тогда формула (1) примет вид

$$M = f(S), \quad (2)$$

где M — метрика семантического шума,
$f(S)$ — нечеткая функция, $f \in [0, 1]$,
S — сообщение.

Очевидно, что представленные формулы (1) и (2) имеют слишком общие формулировки и расчеты и могут быть ограничено использованы только в ограниченных приложениях.

Учитывая вероятностный характер шума, можно использовать метрики, подобные оценке расстояния.

Так, метрика шума может быть рассчитана по аналогии с расстоянием Хэмминга:

$$M_{i,j} = \sum_{k=1}^{p} \left| x_{i,k} - x_{k,j} \right|, \quad (3)$$

где $M_{i,j}$ — метрика истинности для смыслов i и j, полученных из сообщения;
$x_{i,j}$ — смыслы (категории) сообщений.

Расширением представленного подхода формулы (3) может служить расстояние Левенштейна, которое будет иметь вид

$$M_{i,j} = \begin{cases} 0, & i=0, j=0 \\ i, & j=0, i>0 \\ j, & i=0, j>0 \\ \min\{ & \\ M_{i,j-1}+1 & \\ M_{i-1,j}+1 & i>0, j>0 \\ M_{i-1,j-1}+m\left(S_{1,i}, S_{2,j}\right) & \\ \} & \end{cases}, \quad (4)$$

где $M_{i,j}$ — метрика истинности для смыслов i и j, полученных из сообщений S_1 и S_2.

Вместе с тем дискретные подходы, хотя и могут иметь некоторые нечеткие описания и расчёты, однако не в полной мерее описываю бесконечное множество смыслов, которые могут быть заложены в сообщение.

Первое, что может быть использовано для расчета меры неопределенности в телекоммуникационном канале связи (с переносом на акт коммуникации), — это формула Шеннона. При переносе можем получить формулу (5):

$$M = -K\sum_{k=1}^{N} p_k log_b p_k , \quad (5)$$

где M — метрика истинности для смыслов;
K — положительная константа;
p_k — вероятность появления k-го смысла в сообщении;
M — количество категорий смыслов сообщений;
b — основания логарифма для учета арности расстояния.

Формулу в соответствии с [7, 8] приведем к формуле (6)

$$M = -log_2\left(L\left(S\right)\right), \quad (6)$$

где M — метрика истинности для смыслов;
$L(S)$ — логическая вероятность сообщения S.

Логическая вероятность сообщения S может быть рассчитана по формуле (6):

$$L\left(S\right) = \frac{p\left(A\right)}{p\left(A_s\right)} = \frac{\sum_{a=A, a=S} p\left(a\right)}{\sum_{a=A} p\left(a\right)}), \quad (6)$$

где $L(S)$ — логическая вероятность сообщения S;
S — сообщение со смыслом;
A — набор символов источника для передачи сообщения S;

A_S — множество моделей сообщений S;
p — вероятностная мера.
|= — отношение удовлетворения соотношений.

Представленные подходы по оценке меры семантического шума основываются на статистике. Следует отметить, что ряд оценок для современных систем с искусственным интеллектом также могут быть приспособлены для вычисления меры семантического шума.

Например, широко известна метрика MOS (Mean Opinion Score). Показатель MOS оценивает качество передаваемой медиаинформации после сжатия, кодирования и декодирования, а также передачи по каналу связи. Указанная оценка логично подходит для оценивания семантики или ее части для сохранения смысла при передаче информации [9].

Для систем с преобразованием можно использовать метрику BLEU ((BiLingual Evaluation Understudy) как вычисление точности перевода, она позволяет сравнить эталонный перевод с машинным переводом [10]. Следует отметить, что в настоящее время имеется множество близких указанной метрики: WMD, BERTScore, YiSi, Prism, COMET, UniTE.

Также следует отметить, что в связи широким применением больших языковых моделей следует учитывать и автоматизированные способы выделения смыслов и их оценивания в соответствии с критериями качества и эффективности больших языковых моделей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в настоящей статье подходы к оцениванию семантического шума ставят перед исследователями базовую задачу понимания смысла и категорий лингвистических конструкций в различных ее приложениях, например при управлении группами беспилотных летательных аппаратов [11].

Предлагаемые методы к оцениванию позволяют автоматизировать оценку, однако не дают полной уверенности, что получаемое значение метрики будет отражать реальное состояние оценки достоверности передачи исходного смысла сообщения.

Для прикладных решений следует уделить большее внимание постановкам задач категорирования смысла и определения классов смыслов, что закладывается для технических систем и разрешения возникающих коллизий на различных уровнях систем обработки информации.

Перспективными представляются направления экспериментальных исследований на корпусах естественных текстов и искусственно сгенерированных.

Список использованных источников

1. *Харламов А. А.* Семантика текста как модель ситуации // Речевые технологии. — 2019. — № 1. — С. 14.
2. *Мещеряков Р. В., Мельников С. Ю., Пересыпкин В. А., Хорев А. А.* Перспективные направления применения технологий искусственного интеллекта при защите информации // Вопросы кибербезопасности. — 2024. — № 4 (62). — С. 2–12.

3. Моделирование языковой деятельности в интеллектуальных системах. Под ред. А. Е. Кибрика и А. С. Нариньяни; с предисловием А. П. Ершова. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. — 280 с.
4. *Мещеряков Р. В.* Семантика на базе технологий искусственного интеллекта для инженера // Речевые технологии. — 2024. — № 1. — С. 43–48.
5. *Нечепуренко М. Ю.* Семантический шум как научная проблема // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2005. — № 9. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/semanticheskiy-shum-kak-nauchnaya-problema
6. *Мещеряков Р. В., Бондаренко В. П.* Диалог как основа построения речевых систем // Кибернетика и системный анализ. — 2008. — Т. 44. — № 2. — С. 30–42.
7. Bao J., Basu P., Dean M., Partridge C., Swami A., Leland W., Hendler J. A. Towards a theory of semantic communication // IEEE Network Science Workshop. New York. USA. 2011. P. 110–117. doi: 10.1109/NSW.2011.6004632.
8. Carnap R., Bar-Hillel Y. An Outline of a Theory of Semantic Information. –Massachusetts Institute of Technology: Research Laboratory of Electronics, 1952. — 54 p.
9. *Вершков П. А., Казачков В. О., Шевцов В. А.* Семантические инфокоммуникации как следующий этап развития систем связи // Системы управления, связи и безопасности. — 2023. — № 3. — С. 267–292. DOI: DOI: 10.24412/2410-9916-2023-3-267-2921
10. Kishore Papineni, Salim Roukos, Todd Ward, and Wei-Jing Zhu. 2002. Bleu: a Method for Automatic Evaluation of Machine Translation. In Proceedings of the 40th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pages 311–318, Philadelphia, Pennsylvania, USA. Association for Computational Linguistics. https://aclanthology.org/P02-1040.pdf
11. *Кутахов В. П., Мещеряков Р. В.* Управление групповым поведением беспилотных летательных аппаратов: постановка задачи применения технологий искусственного интеллекта // Проблемы управления. — 2022. — № 1. —С. 67–74.

ASSESSMENT OF SEMANTIC NOISE

***Meshcheryakov R. V.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher at the V. A. Trapeznikov Institute of Management Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow*

The article presents an approach to formalizing the process of obtaining semantic noise estimates. It proposes using several metrics and setting the task of automating the process of obtaining semantic noise estimates. Examples of formulas for calculating the level of semantic noise in a transmitted message are given.

• semantics • noise • semantic noise • information processing • weakly structured information • criterion

УДК 77.023.415

Семантическое ви́дение

Катаев М. Ю., *доктор технических наук, профессор НИТУ МИСИС, МФТИ, Москва, ТУСУР, г. Томск*

Статья посвящена сравнительному анализу когнитивного зрения, присущего человеку и технического зрения, которое опирается на цифровые камеры. Одной из основных задач зрения является понимание наблюдаемой сцены за счет не только фиксации разнообразных по освещенности, длительности, размеру и удаленности объектов сцены, а также извлечение информации из этих сцен. Целью технического зрения является решение сложной задачи реализации программно-аппаратной универсальной платформы для получения, обработки и интерпретации изображений, различных по размеру и качеству. Сравнительный анализ может быть разделен на три более легко решаемые подзадачи: 1) описание источников изображений, 2) понимания и применения понятия «цвет», учитывая представление физических объектов и характеристик цифровых камер, 3) обработки изображений. Для каждой подзадачи есть свой уровень представления знаний, которые надо учитывать для решения научных и практических задач. В статье приводятся некоторые исторические факты, рассматриваются структуры понятий сцена, формирование изображения и содержание изображения. Кратко представлено описание структуры методов обработки изображений.

• зрение человека • цвет • цифровая камера • содержание изображения • методы обработки изображений

Трудно сказать, что было миллионы лет назад и как возникло зрение животных, в том числе и у человека, однако именно этот аспект жизнедеятельности до сих пор играет фундаментальную роль в жизни человека. Зрение возникло еще до того, как животные стали целенаправленно издавать звуки и через некоторое время применять голосовые сигналы для общения, выражения эмоций и т. д. Человек через систему зрения видит мир в непрерывном, цветном, объемном (трехмерном) виде и через психологические, физиологические функции формирует некоторое видение наблюдаемого пространства. При этом, надо отметить, что с технической точки зрения зрительная система человека является несовершенной, так как частота срабатывания зрительного нерва около 10 Гц, а число элементов фиксации яркости излучения составляет не более 5–6 мегапикселей. Тем не менее окружающий мир воспринимается человеком через бинокулярную систему проекций на сетчатки правого и левого глаза непрерывно, несмотря на постоянные изменения в пространстве и времени объектов (смещения, повороты, разные размеры, разные уровни освещения и т. д.). Зрительное восприятие окружающего мира человеком определяется процессами на уровне психологической и физиологической обработки получаемых изображений каждым глазом, а бинокулярное зрение придает человеку возможность воспринимать мир как объемный. Визуальное восприятие человеком дает

ему понимание окружающего мира на 70–80 % и делает для него жизнедеятельность эффективной по пониманию и функциям.

Появление цифровой камеры и цифровое видение мира позволяет решать множество задач научной, бытовой или практической направленности. Оптическая система цифровой камеры формирует изображение трехмерного расположения объектов окружающего мира в системе двумерного изображения. Формат записи любого изображения содержит пространственную и цветовую составляющие и имеет машиночитаемый вид. В отличие от человеческого видения мира и его восприятия, появилось направление компьютерное зрение, которое направлено на извлечение информации об окружающем мире из изображений. В самом простом случае искомая информация может касаться только местоположения и ориентации некоторого изолированного объекта, который предварительно должен быть на изображении обнаружен и потом распознан как искомый объект. То есть нерелевантные визуальные особенности других объектов на изображении должны быть отброшены по тем или иным признакам. Другой аспект выделения информации на изображении может быть связан с цветом, формой или текстурой, и это зависит от конкретной задачи.

Так или иначе, зрение представляет собой задачу получения входных данных (фиксация излучения), преобразования полученных данных в некоторый формат, обработку данных и получение информации на выходе. Входные данные состоят из массивов значений яркости, представляющих проекции трехмерной сцены, записанной цифровой матрицей камеры или другим устройством формирования изображений. Выходные данные представляют собой массивы, которые могут содержать информацию в нескольких спектральных диапазонах (цвет), с одной или нескольких точек зрения (стерео или временная последовательность). Таким образом, выход представляет собой цифровое описание трехмерной сцены в виде двумерных изображений, точная природа которой зависит от окружающей среды (естественной или искусственной), целей и ожиданий наблюдателя. Изображения содержат объекты и их пространственно-цветовые взаимосвязи в рамках самого изображения, которые являются функцией трехмерной структуры поверхностей окружающего мира, освещения одного или нескольких источников света и физические характеристики (форма, текстура, цвет, материал).

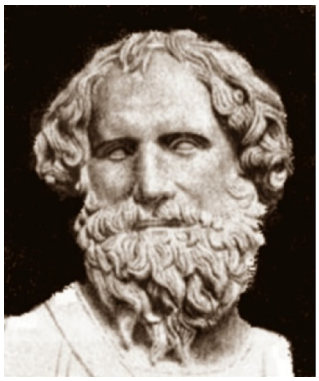
Алгоритмы компьютерного зрения интерпретируют изображение как ряд пикселей, где каждый пиксель имеет связь с пространственными координатами окружающего мира, свой собственный набор цветовых значений, величина которых зависит еще и от уровня освещения, а также имеют зависимость от оптической системы камеры. Пиксель в основном определяется как единица, которая состоит из комбинации трех основных цветов (красный, зеленый и синий). Эта комбинация различается по величине в зависимости от исследуемого объекта. Функции алгоритмов компьютерного зрения направлены на то, чтобы компьютер, получивший набор изображений окружающего мира, его «увидел», в том плане, как это делает человек. В этом плане технические характеристики цифровых камер уже во много раз являются более эффективными по процессу получения изображений, однако существенно от-

стают методы перевода полученных данных в систему видения, которая присуща человеку.

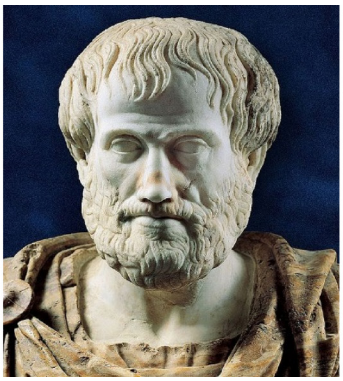
Цель данной работы — представить определенные аспекты описания функций видения человеком и цифровой камерой, показать особенности и выделить одно из современных направлений обработки изображений, а именно семантическую интерпретацию. Сложность семантической интерпретации изображений связана с изучаемыми объектами, а также их предварительным описанием (разметкой). Кроме того, требуется не только понимать объект на уровне признаков изображения, но и знания связей объекта с окружающим его миром, при этом не требуя навыков обработки изображений. Семантическая интерпретация изображения требует наличия априорных знаний, что позволяет использовать визуальную онтологию понятий, чтобы скрыть сложность представления объекта на изображении и, значит, более точно направлять эксперта в описании объектов.

ЦВЕТОВОЕ ВИДЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЧЕЛОВЕКОМ

Вопрос о том, как с помощью зрения человек может воспринимать цвет наблюдаемых им объектов, интересовал многие поколения исследователей. За многие сотни лет существовало множество мнений и взглядов на зрение и цветовое восприятие, чем взгляды, которые приняты в современной науке. Среди греческих философов было широко распространено мнение, что лучи выпускаются из глаз. Так, в пятом веке до н.э. Эмпедокл (493–433 до н.э.) писал, что глаз функционирует как фонарь, что свет из глаза, сияющий вне, взаимодействует с «внешними лучами» и тем самым позволяет видеть объекты. Аристотель (384–322 до н. э.) по-иному представлял цветовое зрение, считая, что цвет основан на взаимодействии яркости и величины попадающего в глаз человека освещения и уровня окружающего освещения. Обоснование своего утверждения он видел в том, что цвет заката меняется с наступлением темноты. Позже арабский ученый Альхазен (965–1040 н.э.) отверг теорию Эмпедокла и Аристотеля, предположив, что глаза пассивно принимают свет, отраженный от объектов, а не испускают сами лучи света. Он рассматривал модель попадания света в отверстие стены (прообраз камеры-обскуры) для обоснования передачи света в глазу, но при этом не имел рассуждений о цветовом зрении человека.



Эмпедокл



Аристотель

Альхазен

К Средним векам была накоплена значительная, но разносторонняя информация о возможности видения мира человеком. Так, известный всему миру Леонардо да Винчи

(1452–1519) приблизился к полному пониманию геометрической оптики, утверждая, что изображение окружающего мира формируется на сетчатке глаза. Далее Иоганн Кеплер (1571–1630) был первым, кто понял основу формирования изображения линзами и, таким образом, смог сделать вывод о том, что изображение на сетчатке является инвертированным (перевернутым). Более точный оптический и спектральный анализ видения выполнил Исаак Ньютон (1642–1727), указав, что цвета объектов связаны с их спектральной отражательной способностью и именно эта характеристика вызывает у человека цветовые восприятия.

Можно выделить несколько предположений относительно цветового зрения:

1) цвет — это свойство, не зависящее от человека, которым обладают естественные и искусственные объекты;

2) иметь цветовое зрение — это иметь способность видеть и различать цвета объектов;

3) не существует единых цветовых свойств объектов, которые визуально обнаруживаются цветовым зрением.

Большая часть литературы по цветовому зрению посвящена физиологической, анатомической и психофизической характеристикам цветового зрения рассматриваемого организма. Исследуется в этих работах диапазон свойств, которые организмы, обладающие цветовым зрением, могут использовать для своего существования. Есть и философский аспект, связанный с обсуждением причин наличия или отсутствия цветового зрения. Можно утверждать, что организм обладает цветовым зрением, если он различает различные длины волн электромагнитного излучения в видимом диапазоне спектра. Сам процесс различения требует наличия некоторой чувствительности к спектральному распределению излучения, например спектра излучения Солнца. Тогда организм, который способен только реагировать на величину излучения, не выделяя различия по спектру, не имеет цветового зрения. Важно отметить простое знание того, что организм обладая способностью различать излучение на разных длинах волн, еще не позволяет делать какие-либо выводы относительно видения окружающей среды.

Цветовое зрения основано на количестве задействованных трех типов фоторецепторов, которые участвуют в восприятии цвета в обычных условиях освещения (не абсолютная темнота и яркость источника излучения). На этой основе объясняются особенности цветового зрения человека, включая общеизвестный факт, что любой цвет может быть сопоставлен с помощью подходящих комбинаций трех выбранных основных, базовых цветов (синего, зеленого и красного). Свойством человека воспринимать три основных цвета называется трихроматизм, то есть иметь цветовое видение окружающей среды.

Разница между нормальным цветовым восприятием большей массы людей и наиболее распространенными формами отклонения у человека за-

ключается в разнице в количестве типов фоторецепторов, действующих в цветовом зрении. Одним из проявлений такого отклонения является дальтонизм.

В отличие от людей, обладающих свойствами видения трех базовых цветов — трихроматизма, существует определенная категория, называемая дихроматами, у которых есть только два типа фоторецепторов, активных в формировании их восприятия цвета. Тем не менее дихроматы обладают цветовым зрением, поскольку они способны различать некоторые цвета независимо от их относительной интенсивности (яркости).

Далее можно выделить категорию людей, обладающих монохроматизмом, когда видение окружающего мира связано с наличием только одного типа фоторецепторов. Такая категория людей не обладает цветовым зрением. Монохроматизм у людей встречается очень редко.

Важно отметить необходимость и такого очевидного направления, как оценка цветового объективизма, способности визуально обнаружить и отличить разные объекты окружающего мира в единой для всех структуре цветов. Это означает, что человек, имеющий цветовое зрение, имеет возможность визуально определять цвет наблюдаемой поверхности. Другая особенность видения человека проявляется в том, что это свойство проявляется в контексте взаимодействия людей между собой, при идентификации свойства объекта с определенным цветом.

Ранее рассмотренные положения о цвете и цветовом зрении определяются характеристиками зрительной системы человека. В целом функция зрительной системы заключается в извлечении информации о свойствах близко расположенных или удаленных объектов из отраженного от них света и состояния окружающей среды. По сути, зрительная система — это набор анатомических структур, предназначенных для выполнения функции восприятия падающего на глаза света. Нет возможности четко выделить механизмы зрения и функцию, которую эти механизмы выполняют, так как очень многое связано с мозговой деятельностью человека. Например, одна из функций, которую выполняет зрительная система человека, — это извлечение информации, указывающей относительное расстояние объектов на линии зрения. Другая функция извлекает информацию о размере, есть и функции, определяющие яркость, цвет, форму, глубину, распознавание типа объектов и т. д.

Изучение процесса цветового зрения связано с теми особенностями окружающей среды, которые влияют на цвета, которые мы видим, и на то, как мы их видим. Например, изменение цвета объекта в разное время дня, при освещении различными источниками (естественными или искусственными) освещения и т. д. Цветовое зрение систематически подверглось изучению с разных точек зрения с середины XIX в., когда был расцвет и развитие различных наук, таких как оптика, психология, офтальмология, биология и др. особый вклад в развитие понимания о цветовом зрении привнесли такие науки, как оптика и физиология. Однако до настоящего времени еще имеется множество загадок цветового видения окружающей среды человеком.

Процесс зрительного восприятия окружающей среды человеком начинается с наличия источника света, который освещает объекты на определенной сцене (рис. 1), которая состоит из различных объектов. Сцена содержит объекты на некотором фоне, который может быть простым или сложным, статическим или динамическим, как

и сам объект. Как объект, так и фон обладают физическими свойствами (например, способность отражать свет на разных длинах волн) и характеристиками (размер, форма, текстура).

Световая волна на разных длинах волн отражается от поверхностей объектов, и определенная часть попадает в глаз человека. Глаз человека содержит роговицу и хрусталик, которые совместно проводят изменение потока падающего света и его фокусировку, чтобы создать изображение сцены на сетчатке глаза (рис. 2). Заметим, что именно отраженный от объектов свет, в итоге измененный с учетом характеристик поверхности объектов, а также состояния окружающей среды, обеспечивает видение, включая цветное зрение.

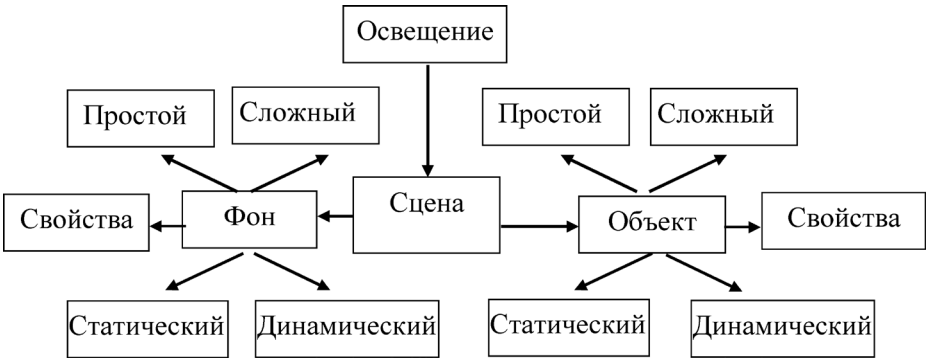


Рис. 1. Составляющие понятия сцены

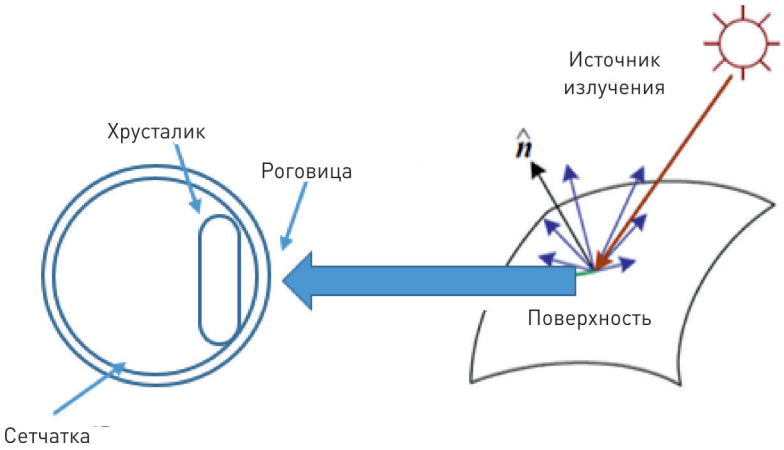


Рис. 2. Преобразование падающего света в глазе человека

Физические особенности объектов и фона в различных частях сцены, при падении на них света, позволяют нам видеть объекты и их цвета. Изображение на сетчатке важно, поскольку оно разделяет свет, исходящий от разных частей сцены, обеспечивая пространственное зрение и вместе с ним возможность визуально приписывать разные цвета разным местам в пределах сцены.

Когда световая волна падает на некоторый объект и одна часть света отражается в пропорциях, связанных с физическими свойствами, другая часть поглощается. Отражение является сложным процессом, так как определяется формой, рельефом и типом поверхности объекта, когда возникают разного вида компоненты. Одной из компонент является прямое отражение, а другой — диффузный компонент, в котором интенсивность отраженного света относительно мало зависит от угла между направлением взгляда человека на поверхность объекта и источником света. Прямо отраженный компонент имеет направленное отражение, а диффузный компонент имеет существенно больший угловой сегмент. Помимо угловой зависимости отраженное излучение имеет свойство спектральной отражательной способности поверхности.

Таким образом, видимый свет, достигающий глаза от непрозрачного и испускающего свет объекта, является совместным произведением спектральной составляющей спектра источника излучения, оптической трассы между источником излучения и поверхностью, свойствами поверхности и оптической трассы до глаза человека. Учитывая эффекты формирования сцены с учетом направления падения света на поверхность объекта и угла наблюдения объекта человеком, не во всех случаях возможно обнаружить физические характеристики объекта и определить внешний вид его цвета.

Воспринимаемый человеком цвет объекта сложным образом зависит от расстояния до наблюдаемого объекта, спектрального состава источника света и отраженного, достигающего глаза от объектов в сцене. Это подразумевает, что в связке глаз — мозг человека существуют механизмы, которые имеют различные реакции на свет с разными длинами волн. В настоящее время известно, что процесс зрения человека инициируется поглощением света различными группами клеток, расположенными в элементах сетчатки — колбочках и палочках, каждая из которых реагирует на свет в видимом спектре в некоторых спектральных областях, имея собственную спектральную чувствительность (рис. 3).

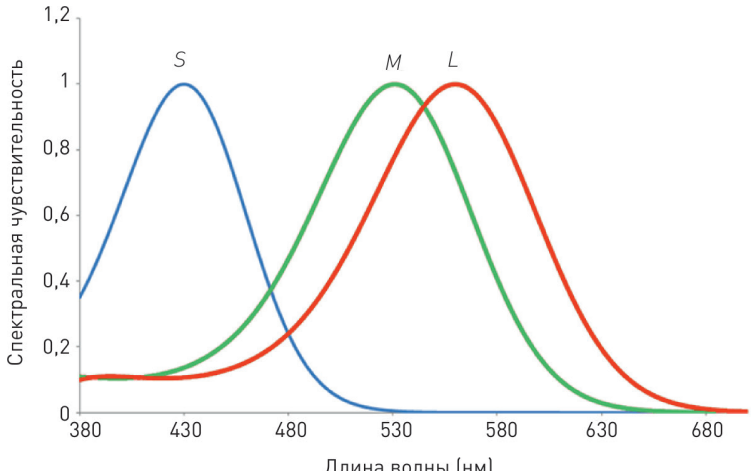


Рис. 3. Кривые спектральной чувствительности колбочек

Существует три типа клеток колбочек (рецепторов), которые поглощают свет из трех различных частей видимого спектра (рис. 3). L-колбочки поглощают длинноволновой свет (красный), M-колбочки поглощают средневолновой свет (зеленый), а S-кол-

бочки поглощают коротковолновой свет (синий). Стимуляция трех типов рецепторов позволяет зрительной системе человека различать очень мелкие цветовые различия. Было подсчитано, что стимуляция на различных уровнях и в различных соотношениях может вызвать около десяти миллионов различимых цветовых ощущений. Относительное распределение различных типов колбочек (L:M:S) на сетчатке составляет приблизительно 40:20:1. Стимуляция этих зрительных рецепторов приводит к тому, что известно как истинное цветовое зрение.

Поскольку цветовое зрение связано со способностью различать световые волны с разными длинами волн, это означает, что для этого требуется вклад по крайней мере двух типов групп клеток, которые различаются по своей спектральной чувствительности. Сетчатка глаза человека содержит два различных класса клеток, один из которых именуется — палочки, роль которых управлять уровнем освещения, и они играют небольшую роль в цветовом зрении. Другие клетки играют главную роль — колбочки, которые подразделяются на три типа на основе их различий в спектральной чувствительности (см. рис. 3).

Суммарно человеческий глаз хорошо различает цветовую палитру только в определенных условиях освещенности. Так, человеку сложно различать цвета в существенно темной комнате или наоборот, при значительном освещении в яркий день. Однако у человека есть приспособление, адаптация зрительной системы к яркому свету и с разным временем к небольшому освещению, как правило, в помещении (рис. 4).

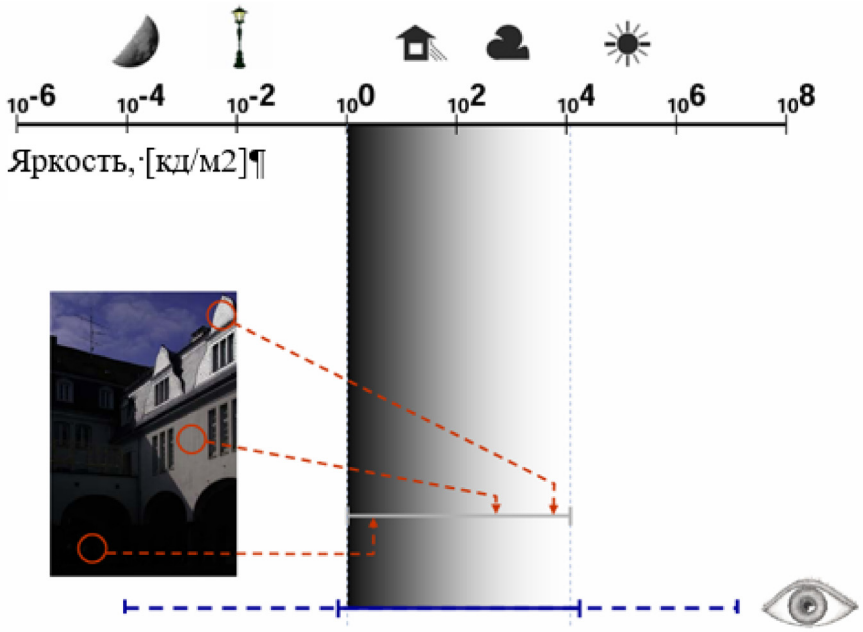


Рис. 4. Различение глазом человека яркости отраженного излучения различной величины

При понимании феномена видения человеком окружающего мира получение информации об этом мире связано с пониманием роли процессов, которые возникают в коре головного мозга. При этом человек одновременно и быстро решает задачи цветового видения, распознавания объектов и пространственного зрения. Пространственная информация связана с восприятием формы объекта и оттенков цвета и яркости (видение границ объекта).

Эффекты видения человека достаточно разнообразны и широко исследованы, что приводит к желанию представить более детальное описание, однако задачей данной статьи является сравнительный анализ двух систем видения: человека и цифровой камеры.

ЦИФРОВАЯ КАМЕРА КАК ИНСТРУМЕНТ ЗРЕНИЯ

Благодаря продолжающемуся и быстрому прогрессу как аппаратных, так и программных технологий, реализующих цифровые камеры, появляется возможность получать доступ к более дешевым, быстрым, высококачественным измерительным устройствам. В результате методы на основе технического видения окружающей (зрения), состоящие из обработки изображений с помощью вычислительного интеллекта, позволяют реализовывать разнообразные научные и практические задачи с использованием цифровых камер отдельно и систем на их основе. В этой части статьи рассматривается вопрос о том, как цифровые камеры и их зрение используются для видения окружающего мира.

Любой прибор, выполняющий измерения, связан с решением задач обработки поступивших данных (сигналов и изображений), связанных с обнаружением, мониторингом и регистрацией процессов (быстрых и медленных) и т. д. Решение задач связано не только с измеряемой величиной, но и калибровкой, оценкой неопределенности, вызываемой ошибками измерений и шумами. Интуитивно понятно, что человек разрабатывает инструменты и методы, которые «видели бы» измеряемую величину подобно человеческому глазу. Такие инструменты получают данные часто в виде изображений изучаемой сцены на высоком уровне чувствительности, в широком диапазоне электромагнитного излучения (радиочастотном, инфракрасном, УФ, рентгеновском и др.), что отличает их от возможностей видения человеческого глаза только в видимой области спектра.

Для человека излучение прямое или отраженное от объекта, расположенного на сцене, воспринимается глазом, а для технических устройств — визуальным датчиком. Визуальный датчик может быть камерой видимого диапазона спектра, инфракрасной камерой, лазерным сканером, рентгеновским сканером или любым другим датчиком, который может получить изображение изучаемой сцены. Поскольку наиболее часто на практике используемый визуальный датчик в виде цифровой камеры видимого света, захваченное объективом излучение из некоторого углового раскрыла формирует изображение в большинстве случаев очень похоже на изображение сцены, увиденное человеком. Существуют и другие типы датчиков, такие как лазерный или рентгеновский, для которых изображение отличается от того, что видит человек (рис. 5).

Цифровая камера позволяет получить преобразование потоков излучений в различных направлениях в плоское 2D изображение, представляющее собой проекцию 3D

сцены. Поэтому понимание содержания изображения связано с учетом составляющих, представленных на рис. 6.

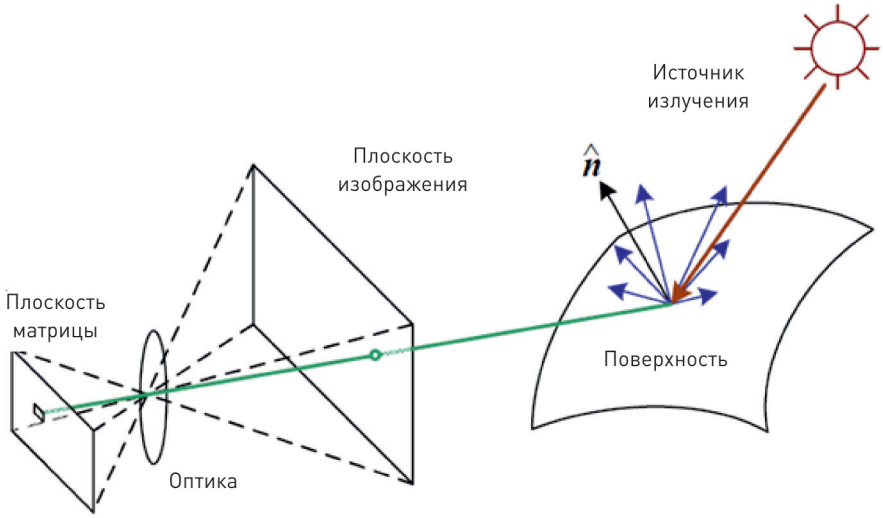


Рис. 5. Формирование изображения на матрице цифровой камеры

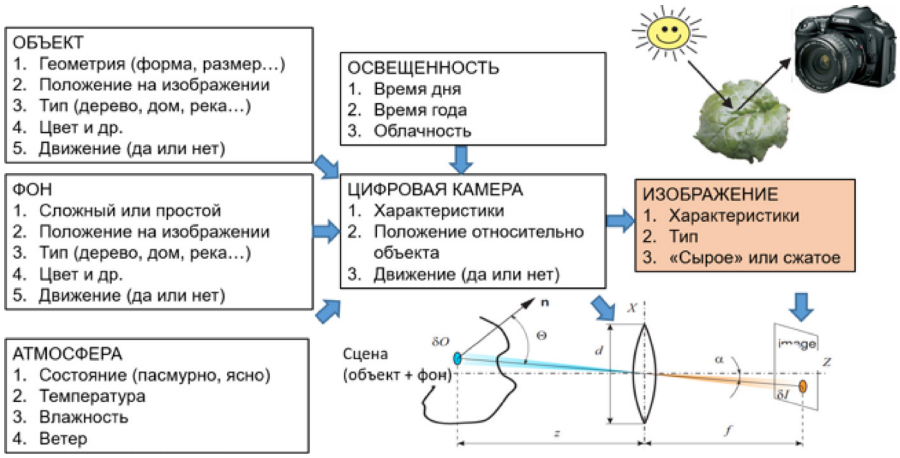


Рис. 6. Основные элементы, определяющие формирование изображения на матрице цифровой камеры

Целью оптических датчиков, работающих в диапазоне 0,3–0,7 мкм, к каким относится и цифровая камера, является регистрация солнечного излучения, отраженного от поверхности. Однако зафиксированные значения датчиком (DN) не совпадают с отражательной способностью поверхности Земли, которая, по сути, и формирует изображение. Это также определяется положением Солнца на небосклоне (азимут и высота), атмосферными условиями (туман или наполнение атмосферы аэрозолями), а также освещенностью поверхности солнечным излучением, прошедшим толщу атмосферы. Уравнения, описывающие составляющие формируемого цифровой камерой изображения, показаны ниже:

$$E(\lambda, \varphi_{sun}, \varphi, \theta_{sun}, \theta) = Eo(\lambda) \cdot \cos(\varphi_{sun}) \cdot \rho(\lambda,\varphi_{sun},\varphi,\theta_{sun},\theta) \cdot \mathrm{Surf}(h,\alpha,\beta) \cdot T_{sun}(\lambda) \cdot T(\lambda),$$

$$S(i) = A \cdot \omega \cdot \tau \cdot \int E(\lambda,\varphi_{sun},\varphi,\theta_{sun},\theta) \cdot A(\lambda_i) \cdot d\lambda / \int A(\lambda_i) d\lambda,$$

$$DN(i) = c1 + c2S(i),$$

где $S(i)$ — измеренная величина отраженного солнечного излучения от поверхности в спектральных каналах ($i = R, G, B$), $E(\lambda)$ — освещенность сцены на длинах волн λ в видимом спектральном диапазоне и $A(\lambda_i)$ — аппаратная спектральная функция для каждого канала ($i = R, G, B$), A, ω, τ — площадь детектора, угол поля зрения, время экспозиции, φsun, φ, θsun, θ — зенитный угол освещения и наблюдения человеком, азимутальный угол положения Солнца и положения ракурса видения человеком, $c1$,$c2$ — постоянные линейного преобразования сигнала.

Для каждой цифровой камеры аппаратная спектральная функция является уникальной и зависит от технических и оптических характеристик (рис. 7).

Спектральное пропускание каналов RGB цифровой камеры

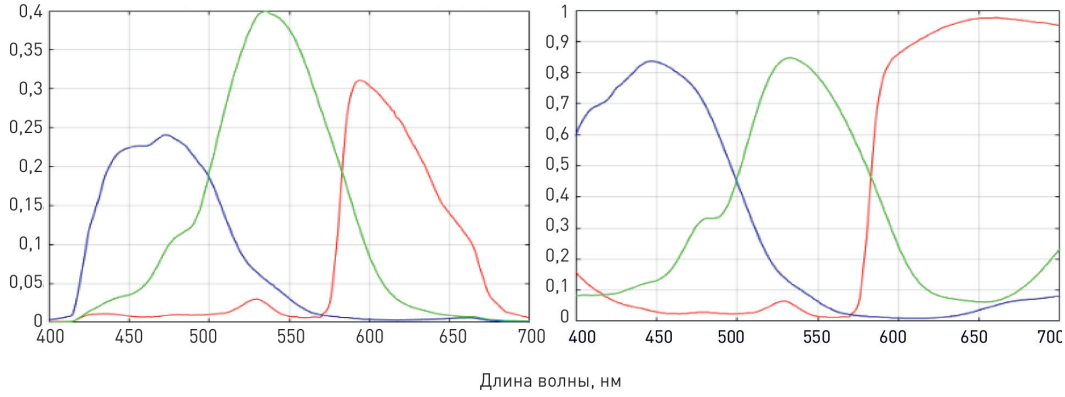


Рис. 7. Спектральное пропускание каналов RGB для различных камер (Sony и Fujifilm)

Яркость источника излучения, отн. ед.

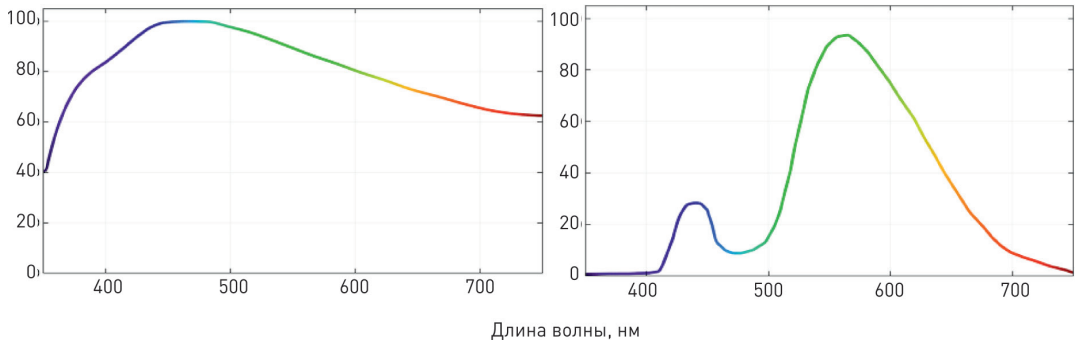


Рис. 8. Спектральные кривые излучения Солнца и полупроводниковой лампы

На рис. 8 показаны спектральные кривые излучения Солнца и полупроводниковой лампы. Из рис. 7 и 8 видно, что вариации характеристик цифровых камер, а также источников излучения приводят к большим неопределенностям в понимании того, как было сформировано изображение (рис. 9). Для решения задачи этой применяют различные методы обработки изображений.

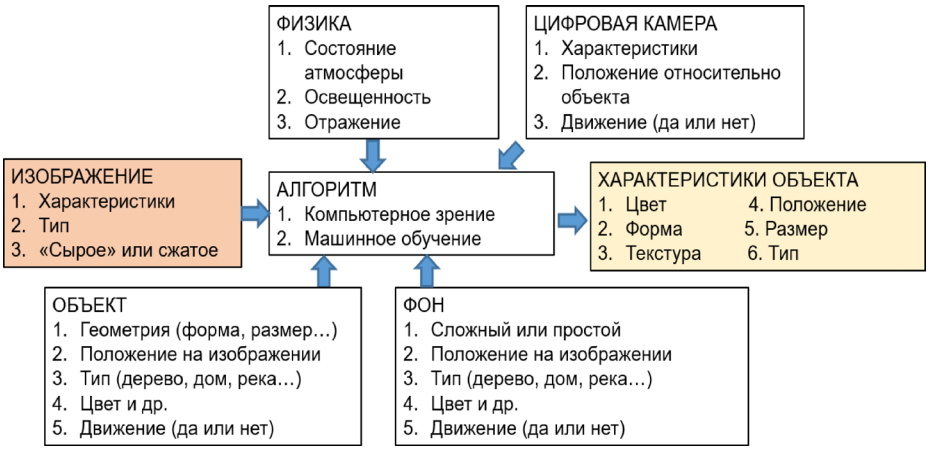


Рис. 9. Основные составляющие, необходимые для понимания содержания изображения, фиксирующего определенную сцену

На рис. 10 приведены основные методы обработки изображений, которые применяются в задаче распознавания объектов на изображении.

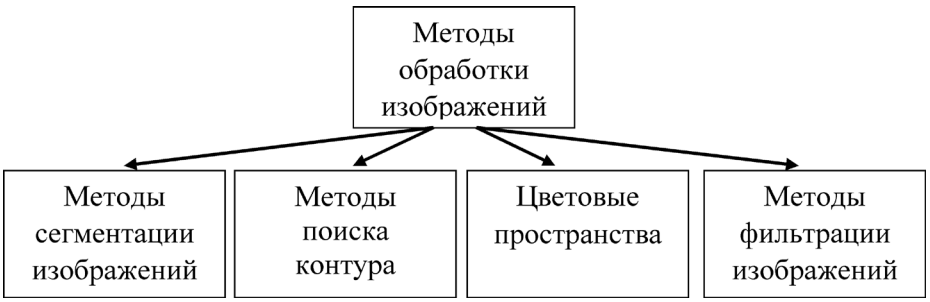


Рис. 10. Методы обработки цифровых изображений

Учитывая рис. 10, можно классифицировать алгоритмы выделения объектов на сцене:

1) статического объекта на статическом фоне;
2) статического объекта на динамическом фоне;
3) динамического объекта на статическом фоне;
4) динамического объекта на динамическом фоне.

Помимо статического или динамического, фон и объект может быть простым или сложным. Простой фон — это однородная (по текстуре) поверхность, например пол и стена, специальная ткань для фотографических сьемок. Простой объект — это объект, форма которого

может быть описана геометрическим примитивом (окружность, эллипс, прямоугольник и т. д.), а сложный, когда форма объекта состоит из множества геометрических объектов разной величины. Кроме того, на качество решения задачи выделения объекта на изображении влияет его размер, уровень освещения и условия съемки (направления оси видения относительно объекта, например перпендикулярно или под углом). Поэтому число методик выделения объектов на изображении очень большое и невозможно рассмотреть все варианты в одном алгоритме.

После того как получено изображение, выполнена предварительная обработка изображений, включающая алгоритмы улучшения качества изображения с помощью удаления шумов, повышения контрастности, коррекции яркости и др., следующий этап поиска объекта на изображении по цветовым (текстурным) признакам связан с алгоритмами сегментации. На изображении все объекты можно рассматривать как набор пикселей с координатами (x, y) и структурой цвета {R, G, B}. Каждый пиксель, в зависимости от значения структуры цвета, имеет ту или иную яркость. Алгоритмы сегментации позволяют найти области изображения, которые соответствуют некоторым однородным признакам (в данном случае распределение {R, G, B} значений). Алгоритмы сегментации зависят от того, какое изображение анализируется: 1) цветные изображения; 2) полутоновые изображения; 3) бинарные изображения; 4) изображения в виде набора линий (получаемые в результате применения соответствующих методов поиска линий или контуров).

Обнаружение и отслеживание объектов на изображении является важной и сложной областью исследований ввиду изменчивости положения объекта от кадра к кадру, при его движении, изменении размера сцены, изменения освещенности объекта и появление теней, освещения и др. Одни алгоритмы используют априорную доступную информацию о форме, цвете, текстуре объекта, другие статистическую и т. д. Нахождение характеристик описания изображения связано с задачей перехода от набора признаков изображения (значений яркости, контрастности, текстуры и др.) к набору параметров описания объекта. Набор параметров в числовом виде служит в качестве исходных данных для последующего анализа и выделения объектов. Зависимость точности обнаружения объекта от различных факторов приведена на рис. 11.

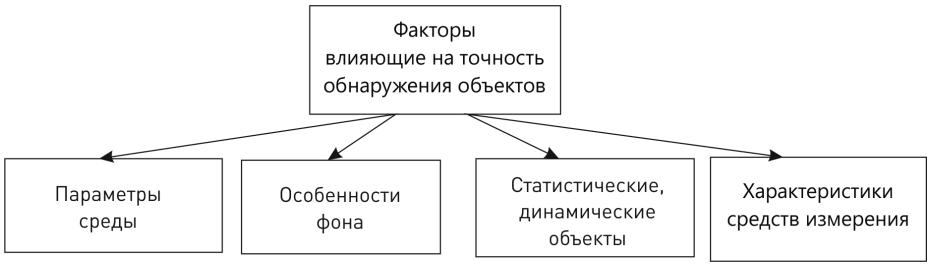


Рис. 11. Факторы, влияющие на точность обнаружения объектов на изображении

Процесс обнаружения связан с поиском на изображении объектов по яркостным областям, обладающих определенными свойствами (средняя величина яркости и размер границы, форма), и после этого — решения задачи связывания найденного объекта с известными группами. Принцип обнаружения объектов на изображении

связан со сравнением яркостной области изображения с известным эталоном, полем яркости, отражающем искомый объект. Алгоритм процесса обнаружения реализуется как последовательное смещение области эталона (блока) по изображению и оценивание совпадения на основе той или иной меры сходства. Естественно, что полного совпадения эталона и изображения невозможно ввиду наличия шумов, разной формы и поворотов объекта эталона и области на изображении.

Процесс обработки состоит из следующих двух основных этапов.

1. Предварительная обработка — подготовка поступившего необработанного изображения для следующего этапа операций. Изображение, полученное визуальным датчиком, может иметь такие недостатки в виде неверного ракурса, шума, размытости и т. д. Предварительная обработка связана с такими операциями, как нормализация (изменяет яркость пикселей и контрастность), пороговая обработка (преобразует изображение в серое, бинарное черно-белое изображение, шумоподавление, изменение размера и др.).

2. Тематическая обработка и анализ изображения — извлечение необходимой информации для поиска изучаемого объекта на сцене, зафиксированной на изображении. Этот этап также использует операции обработки изображений, такие как сегментация, которая делит изображение на несколько сегментов, каждый из которых представляет объект на сцене, обнаружение краев, которое находит края объектов в сцене, и т. д. Извлекаемая из изображения информация помогает выполнять обнаружение и идентификацию объекта, отслеживание объектов после их обнаружения и по мере их перемещения по сцене и т. д.

Неопределенности, приводящие к неточностям обнаружения и идентификации объектов на изображении, следующие.

1. Освещение сцены источником излучения (или несколькими источниками) напрямую влияет на значения яркости пикселей полученного результирующего изображения (из диапазона 0–255). Для нескольких изображений, сделанных подряд, важно знать условия освещения, которые могут изменяться от кадра к кадру (например, ввиду появления тени от облака). Условия освещения могут привносить систематические эффекты (например, из-за долгосрочных колебаний условий освещения) и случайные эффекты (например, из-за кратковременных колебаний условий освещения). Оба эти эффекта должны быть приняты во внимание при оценке обработки изображений, выборе метода и параметров обработки.

2. Ракурс видения объекта и угол поля зрения камеры, под которым делается изображение относительно источника освещения и расположения объекта. Так как изображение является проекцией, то видимая область на поверхности может иметь трапециевидную форму, которая проецируется на прямоугольную форму самого изображения. Этот аспект привносит задачу геометрической коррекции изображения.

СРАВНЕНИЕ: ГЛАЗ — ЦИФРОВАЯ КАМЕРА

В предыдущих разделах статьи в той или иной мере появлялись моменты, которые имеют аналогии глаза и цифровой камеры, так как в обоих случаях выполняется измерение оптической системой. Для обоих вариантов присутствуют объектив и фиксирующая излучение система, выполняется процесс обработки и анализа. Например, рассматривая датчик, фиксирующий излучение, сетчатка глаза почти такого же размера (32 мм в диаметре), как и датчик полнокадровой цифровой камеры (30–35 мм в диаметре).

Человеческий глаз также имеет гораздо больше пикселей, чем типовая цифровая камера, около 130 млн пикселей против 20–40 мегапиксельных камер. Однако только около 6 млн колбочек (фактически пикселей) глаза различают цвет, а остальные только серое (яркость).

На цифровой матрице (датчике, см. рис. 7) камеры каждый пиксель расположен в виде регулярной сетки. Каждый квадратный миллиметр сенсора имеет одинаковое количество и рисунок пикселей. На сетчатке глаза есть небольшая центральная область, около 6 мм в поперечнике, которая содержит самую плотную концентрацию фоторецепторов в глазу. Центральная часть макулы этой области плотно заполнена только колбочками (цветочувствительными) клетками. Остальная часть области вокруг этой центральной «цветочувствительной» области содержит как палочки (воспринимающие величину яркости), так и колбочки. Область содержит около 150 000 «пикселей» в каждом квадрате 1 мм, а цифровая камера с сенсором 24 мегапикселей имеет их распределение по области 35 × 24 мм. Таким образом, центральная часть нашего зрительного поля имеет гораздо большую разрешающую способность, чем даже самая лучшая камера. Так, общее поле зрения человека составляет 150 градусов, и из них 50–60 градусов обеспечивают «центральное зрение». Для цифровых камер и имеющихся объективов этот «рубеж видения» еще требуется догонять. Полное поле зрения человека, 140–150 градусов, позволяет видеть общие формы и движение, но зрительное внимание, с возможностью различать детали, расположено только в центральной части сетчатки в конусе 50–60 градусов.

Преимущества человеческого глаза по сравнению с цифровой камерой немного уменьшаются, если посмотреть на передачу получаемых данных для обработки. Цифровая камера отправляет данные каждого пикселя с датчика на компьютер для обработки изображения со скоростью не менее 10^9 байт. А вот глаз человека имеет примерно 130 млн клеток в сетчатке, но зрительный нерв, который передает сигналы этих клеток в мозг, имеет всего около 1 млн волокон, поэтому менее 10 % данных сетчатки передается в мозг в текущий момент времени. Одним из объяснений такого феномена является утверждение, что мозг в любом случае не мог бы обработать столько данных.

Далее надо понимать, что мозг обрабатывает поступающие сигналы совсем не так, как цифровая камера. В отличие от потока пикселей с определенной частотой (чаще всего 30 кадров в секунду), глаз посылает мозгу постоянный поток «видео» с частотой зрительного нерва 10 кадров в секунду, который перерабатывается в то, что видит человек. И тут важнейшее отличие цифровой камеры и видении человека в том, что одна часть мозга сравнивает сигналы от обоих глаз, собирает наиболее важные части в некоторый образ и отправляет их в другую часть мозга для распознавания

изображений и дальнейшей обработки. Человеческий мозг формирует видение окружающего мира в виде образов, которые непрерывно сменяют друг друга, а вот цифровая камера не позволяет пока выполнять такие манипуляции с данными. Для нахождения образов объектов на изображении (см. рис. 9) требуется выполнить значительные преобразования величин яркости в пикселях в процессоре, что существенно долго выполняется, по отношению к человеческому мозгу.

Самое главное, мозг не заканчивает работу, когда изображение достигает последней части для обработки, продолжая пытаться распознавать объекты на уже прошедшем изображении. Например, встретив когда-то наблюдаемого человека, не всегда удается его идентифицировать сразу, а образ и возможное место встречи может быть получено в течение некоторого времени (может быть, одной или нескольких секунд).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье кратко приведены особенности видения окружающего мира человеком и цифровой камерой. В чем-то лучше видение мира человеком, а в каких-то направлениях цифровая камера не имеет себе равных. Семантически видение определяется необходимостью обнаружить и идентифицировать объекты на изображении, и если не учитывать стоимостные, временные и иные ограничения, то различия в общем видении человеком и цифровой камерой нет. Конечно же, существует множество деталей, которые в конкретных случаях делают видение человеком и цифровой камерой разным, и это является особенностью рассматриваемого направления.

Список использованных источников:

1. *Луизов А. В.* Глаз и свет / А. В. Луизов. Л.: Энергоатомиздат, 1983. — 144 с.
2. Goldstein E. B. Sensation and Perception / E.B. Goldstein. Wadsworth publishing Company, Belmont, CA. 1998. — 496 p.
3. Kaiser P.K. Human Colour Vision / P.K. Kaiser, R.M. Boynton. Optical Society of America, Washington, D.C. 1996. — 438 p.
4. Wyszecki G. Colour Science / G. Wyszecki, W.S. Stiles. John Wiley and Sons, New York, 2000. — 950 p.
5. *Ландсберг Г. С.* Оптика / Г. С. Ландсберг. — М.: Физмат Лит, 2003. — 848 с.
6. *Понс Ж.* Компьютерное зрение. Современный подход. / Ж. Понс, Д. Форсайт. — М.: Изд. д. Вильямс, 2004. — 465 с.
7. *Гонсалес Р.* Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — М.: Техносфера, 2012. — 1104 с.

SEMANTIC VISION

***Kataev M. Yu.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, NUST MISIS, MIPT, Moscow, TUSUR, Tomsk*

The article is devoted to a comparative analysis of cognitive vision inherent in humans and technical vision, which relies on digital cameras. One of the main tasks of vision is to understand the observed scene by not only fixing the various illumination, duration, size and distance of objects in the scene, but also to extract information from these scenes. The purpose of technical vision is to solve the complex task of implementing a universal software and hardware platform for solving the complex task of obtaining, processing and interpreting images of various sizes and quality. Comparative analysis can be divided into three more easily solved subtasks: 1) description of image sources, 2) understanding and applying the concept of color, taking into account the representation of physical objects and characteristics of digital cameras, 3) image processing. Each subtask has its own level of knowledge representation, which must be taken into account to solve scientific and practical problems. The article presents some historical facts, examines the structures of the concepts of scene, image formation and image content. The structure of image processing methods is briefly described.

• human vision • color • digital camera • image content • image processing methods

УДК 81'33

Вызовы лингвистической экспертизы смыслового содержания интерактивных аудиовизуальных произведений

Джунковский А. В., *кандидат филологических наук, заведующий кафедрой прикладной и экспериментальной лингвистики ФАЯ, ведущий научный сотрудник экспериментально-фонетической лаборатории криминалистики по речеведению, Московский государственный лингвистический университет, Москва, vetinari01@gmail.com*

В статье обозначается ряд вызовов, сопряженных с созданием рабочей методики лингвистической экспертизы смыслового содержания интерактивных аудиовизуальных произведений.

• прикладная лингвистика • юрислингвистика • лингвистическая экспертиза • компьютерные игры

В российской юрислингвистике существует ряд хорошо проработанных и прошедших проверку временем методик проведения лингвистической экспертизы текстов, видео- и аудиоматериалов [1, 2, 3]. В последних двух случаях кроме эксперта-лингвиста в работе участвует эксперт-фоноскопист, обученный работе с звуковым сигналом. Для решения ряда экспертных вопросов, сопряженных, например, с делами о пропаганде и экстремизме, проводится комплексное психолого-лингвистическое исследование, в котором задействован лингвист, психолог и, в случае необходимости, фоноскопист [4].

При этом в настоящее время существует ограниченное число работ, посвященных лингвистической экспертизе содержания компьютерных игр [5, 6]. Учитывая интерес государства к данному вопросу [7], объем индустрии интерактивного аудиовизуального искусства [8, 9], а также мгновенный глобальный охват этих продуктов, достигаемый с помощью сервисов цифровой дистрибуции [см., например, 10], назревает необходимость создания специализированных методик лингвистической экспертизы данного вида контента.

Не учитывая необходимого профессионального образования, экспертиза текстов требует от эксперта только навыков чтения и владения языком. Исследование музыкальных произведений и аудио требует только навыков владения языком. Исследование видео тоже предполагает пассивное восприятие заранее записанного, содержательно стабильного материала. Ключевым отличием работы с интерактивными аудиовизуальными произведениями является именно их интерактивность.

В отличие от этих форматов передачи смысла, работа с компьютерными играми как объектом лингвистического исследования требует от эксперта навыков взаимодействия с ними, а именно знакомства с общими правилами и схемами управления, а также квази-мягких навыков. Невозможно не справиться с прочтением текста или просмотром видео — в то же время неспособность пройти игру в результате недостаточно развитых навыков взаимодействия с жанром или отсутствия общих навыков управления делает экспертизу невозможной, так как эксперт не может оценить полный контекст семантического содержания произведения.

Другим вызовом является наличие опционального и вариативного контента — в зависимости от выборов внутри произведения пользователь (и эксперт) могут получить неполную контекстуальную картину семантического содержания. Данное замечание дополнительно усугубляется относительно частым использованием в аудиовизуальных интерактивных произведениях художественного приёма реконтекстуализации, который может значительно изменить контекст лингвистического содержания произведения. Его сущность заключается в том, что в определенный момент раскрывается новая сюжетно важная информация, которая в некоторых случаях полностью меняет смысл всего произведения. Если такая информация представлена в конце, это приводит к ситуации, где эксперту предстоит заново осуществлять первичный осмотр всего произведения.

В контексте того, что общее время прохождения многих компьютерных игр может (и часто достигает) десятков и сотен часов (усредненные агрегируемые пользователями данные о средней длине прохождения конкретного произведения доступны, например, в [11]), это позволяет говорить о том, что лингвистическая экспертиза компьютерных игр требует затраты значительно большего количества эксперто-часов, чем в настоящее время принято выделять на исследование неинтерактивных языковых материалов [12].

Кроме того, в современных методиках проведения лингвистической экспертизы не представлены рекомендации по работе с произведениями такого типа, что создаёт высокую опасность неверной интерпретации результатов экспертом-лингвистом. Такое положение дел недопустимо в связи с реальными потенциальными последствиями.

Список использованных источников

1. *Кукушкина О. В., Сафонова Ю. А., Секераж Т. Н.* Методика проведения судебной психолого-лингвистической экспертизы материалов по делам, связанным с противодействием экстремизму и терроризму. — М.: ФБУ РФЦСЭ при Минюсте России, 2014.
2. Как провести лингвистическую экспертизу спорного текста? Памятка для судей, юристов СМИ, адвокатов, прокуроров, следователей, дознавателей и экспертов / Под ред. М. В. Горбаневского. — М., 2006.
3. Цена слова: Из практики лингвистических экспертиз текстов СМИ в судебных процессах по защите чести, достоинства и деловой репутации / Под ред. проф. М. В. Горбаневского. 3-е изд. испр. и доп. — М.: Галерия, 2002.

4. *Баранов А. Н.* Введение в прикладную лингвистику / А.Н. Баранов. — М.: Ленанд, 2021. — 368 с. ISBN 978-5-9519-2145-1.
5. *Галяшина Е. И.* Компьютерные онлайн-игры в аспекте судебной лингвистической экспертизы по делам о противодействии идеологии терроризма и профилактики экстремизма / Е. И. Галяшина // Национальные и международные тенденции и перспективы развития судебной экспертизы: Сб. докл. науч.-практ. конф. с межд. уч-ем, Нижний Новгород, 19–20 мая 2022 г. — Н. Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского, 2022. — С. 57–65.
6. *Божанов А. Ю.* К практике экспертизы компьютерных игр / А. Ю. Божанов // Теория и практика судебной экспертизы в современных условиях: мат-лы V Межд. науч.-практ. конф., Москва, 22–23 января 2015 г. — М.: ООО «Проспект», 2015. — С. 66–67.
7. Вячеслав Володин: решение по ограничению деструктивного контента в видеоиграх должно носить сбалансированный характер. 12.01.2025 // Государственная дума Федерального собрания Российской Федерации [электронный ресурс]. URL: http://duma.gov.ru/news/60703/ (дата доступа: 18.03.2025).
8. Тенденции игрового рынка в 2025 году // LorgusIT. URL: https://games.logrusit.com/ru/news/game-industry-trends-year/ (дата доступа: 18.03.2025).
9. Объем рынка видеоигр в России достигнет 187 млрд в 2024 году // РБК Тренды. URL: https://trends.rbc.ru/trends/industry/66f278579a79473fcf76b842 (дата доступа: 18.03.2025).
10. Steam. URL: https://store.steampowered.com/ (дата доступа: 18.03.2025).
11. HowLongToBeat [электронный ресурс]. URL: https://howlongtobeat.com/ (дата доступа: 18.03.2025).
12. Приказ Министерства юстиции Российской Федерации от 15.09.2021 № 169 «Об утверждении размера затрат времени на производство судебных экспертиз и экспертных исследований в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях министерства юстиции Российской Федерации и порядка применения размера затрат времени на производство судебных экспертиз и экспертных исследований в федеральных бюджетных судебно-экспертных учреждениях министерства юстиции Российской Федерации».

INTERACTIVE AUDIOVISUAL ART: PECULIARITIES OF FORENSIC LINGUISTIC ANALYSIS

***Dzhunkovsky A. V.**, PhD in Philology, Head of the Department of Applied and Experimental Linguistics at the FAA, Leading Researcher at the Experimental Phonetic Laboratory of Criminology for Speech Production, Moscow State Linguistic University, Moscow, vetinari01@gmail.com*

In this paper we examine the problems we face on the path to creating a method for forensic linguistic analysis of interactive audiovisual art.

• applied linguistics • forensic linguistics • forensic linguistic analysis • video games

УДК 004.89:159.9:007:005.2

Эффективное управление знаниями: единая онтология, когнитивно-агентный подход и платформенное решение с использованием алгоритмов ИИ

Рыжов В. А., *кандидат физико-математических наук, эксперт ЭСВУ БРИКС (Экспертный совет высокого уровня), сопредседатель от РФ Комиссии ЭСВУ БРИКС по информационно-коммуникационным технологиям, Сретенский клуб им. С.П. Курдюмова, Москва*

Захарчук О. Т., *генеральный директор «АСис Софт», г. Зеленоград*

В работе представлено междисциплинарное исследование, посвящённое изучению когнитивных мультиагентов как системы автономных модулей сознания, их роли в интеграции человеческого мышления с технологиями искусственного интеллекта, а также практических приложений в управлении знаниями и сложными системами. Приводится обоснование основных положений системы когнитивных мультиагентов посредством обобщения концепций многоагентных систем, функциональных моделей поведения и теории действия, а также современных подходов к представлению знаний в базах данных и семантических сетях. Также внимание уделяется трансформации сознания человека, погружённого в общество под влиянием техносферы. Показаны возможные перспективы цифровой адаптации человека в условиях становления нового информационного пространства общества.

• сознание • когнитивные мультиагенты • онтологии • семантические сети • многоагентные системы (МАС) • управление знаниями • базы знаний • цифровая трансформация • искусственный интеллект (ИИ) • ноосфера

Суть дела не в полноте всех частей знания,
в возможности их разумения.
(близко к Демокриту)

ВВЕДЕНИЕ

Сейчас в российском научном сообществе происходит переосмысление теорий и парадигм современного ИИ, основанного на использовании нейронных сетей и машинного обучения. Пройден путь от понимания и практической реализации алгоритмов

сжатия когнитивной информации (для распознавания, извлечения, интерпретации и переработки живым существом) до осознания важности адаптивного гомеостаза и автопоэзиза в эволюции сознания человека. Ещё ранее аналогичный путь прошли исследователи и создатели теории действия (В.П. Зинченко и Н.Д. Гордеева), создав учение о сознании и духовном развитии человека как восхождении от живого движения к духовности.

Уже сейчас просматривается перспектива и возможные последствия активного освоения единого смыслового пространства — ноосферы планеты как универсального поля сознания и активности людей, включая весь социум. Теперь инфотехносфера общества достаточно ясно обозначила не только контуры будущей ноосферы, но и её структуру и содержание. Она междисциплинарна и будет включать в себя и мощные коммуникационные возможности, и необходимые людям базы знаний, и удобные инструменты для управления знаниями, повышение производительности труда за счет оптимизации всех процессов. Существующий масштаб инфотехносферы уже охватил почти всю планету и с очевидностью выходит в ближний космос. Это возможность качественного скачка в развитии земной цивилизации. Следует отметить, что смысловое (семантическое) пространство имеет множество слоёв субъектного бытия. В теории Аристотеля [1] о слоях бытия неживой и живой материи низшие, более сильные слои являются носителями высших, но высшие приобретают больше степеней свободы и новых смысловых, выразительных свойств [2]. Такая комплексная реальность пронизана динамичными информационными коммуникациями и знаниями, которые постоянно находятся в режиме самоорганизации и эволюции [3]. Социальная реальность, как и другие слои реальности, субъективна. То есть все слои реальности — суть явления когерентного сознания индивидов социума и проецируются на всех субъектов социума. Для понимания таких процессов необходим новый подход к пониманию информации [4]. По сути, социальная реальность — это итог когерентного взаимодействия между людьми, организациями и включает в себя общепринятые законы мышления и поведения, охватывая все существующие социальные представления и их проявления в обществе. В такой предельно активной и живой динамике общества формируется реальное социальное бытие человека, что показал в своих работах Д.С. Чернавский [5]. Это теория борьбы условных информаций.

Социальное бытие человека — состояние мышления «человека разумного» после животного бытия, что есть результат эволюционного восхождения гоминид к человеку. Сейчас же в социальном бытии общества ожидается следующий эволюционный скачок развития (в виде нелинейных процессов [6] и серии бифуркаций [7]) и перехода общества в состояние более справедливого, коллективного «ноосферного» разума [8]. Технологии гласности и контроля вместе с «умными контрактами» (блокчейн) уже выполняют свою функцию координации и контроля. И это закономерный переход из индустриального общества в информационное с образованием базиса нового уклада жизни, что есть основа ноосферного общества.

Процесс освоения смыслового пространства ноосферы охватывает почти всю информационно-коммуникационную среду людей (СКС) и техносферу общества независимо от сферы деятельности людей. С одной стороны, СКС охватывает спектр физических возможностей человека от голоса и речи до владения естественным языком — включая алфавит, правила, словари, смыслы, знания и пр. С другой стороны, это часть техносферы общества в виде научно-технических средств (интернет, мобильная связь, виртуальная реальность, умные контракты и блокчейн, нейросетевой ИИ и многое другое). В актуальные сферы деятельности общества попадают: промышленность, бизнес и быт; личная, общественная жизнь и самоуправление; финансовая и банковская системы; госуправление, безопасность; культура, образование и искусство; работа, отдых и развлечение; правовое пространство и контроль за правонарушениями; разные возрастные группы и социальные слои и пр. Всё это единое смысловое пространство на базе инфотехносферы общества напрямую связано со становлением нового информационного общества. Для этого требуется не только освоение людьми информационной грамотности и культуры, а прежде всего — кропотливое формирование совершенно нового мышления, о чем гласит концепция цифровой трансформации общества. Это, прежде всего, трансформация сознания людей, общекультурных и мировоззренческих ценностей, а также корпоративной культуры и способа производства. Индустриализация промышленности завершается, и ей на смену приходит информатизация общества вместе с цифровизацией всех рутинных процессов как в промышленности, так и во всех других сферах деятельности человека. Поэтому именно сейчас, в эпоху перемен, тренд формирования единого смыслового пространства становится основной точкой отсчёта для смены способа производства и социально-экономического уклада общества.

Вопрос о том, как люди смогут своим сознанием и мышлением соприкасаться с семантическим пространством смыслов, представленных в компьютерных системах, — важная проблема формирования информационного пространства будущей земной цивилизации. Для этого необходимы междисциплинарные исследования, адекватная теоретическая база и прикладные инженерные решения, которые нужно будет создавать и применять на практике. Авторы предполагают, что одной из основ цифровой трансформации общества является развитие существующих и формирование новых когнитивных возможностей человека. Это следует из факта, что именно в ключевые переходные периоды в эволюции человечества происходят эволюционные скачки возможностей сознания человека как вида (на уровне психики и физиологии мозга, включая нервную систему). Человеческое **сознание** представляет собой совокупность психических, социальных и иных процессов, активно участвующих в осмыслении человеком внешнего мира и своего собственного бытия. К таким процессам относятся чувства (ощущения, восприятия, представления), мышление (понятийные формы), эмоции, воля, память, внимание, интеллект, воображение и интуиция.

Сознание — междисциплинарная категория философии, обозначающая человеческую способность идеального воспроизведения действительности в различных формах бытия [9]. В развитии сознания различают два процесса:

- **филогенез** — процесс исторического развития человека как вида продолжительностью около миллиона лет;
- **онтогенез** — процесс развития индивида от его рождения до конца жизни.

Сознание — это психическая активность, которая представляет собой уровень восприятия как внешнего мира, так и внутреннего состояния организма. Это включает субъективное переживание событий, происходящих вокруг себя и внутри себя, а также реакцию на них, совмещённую с формированием отчёта о происходящем [9]. В когнитивные возможности сознания разумного человека входят: мышление и восприятие, обучение и понимание, включая координацию действий и разные взаимодействия с другими субъектами и объектами.

Объект исследования в данной работе. Процессы в сознании человека-индивида, а также когнитивные мультиагентские системы сознания, включая динамику процессов развития таких многоагентных систем.

Предмет исследования. Объединение разных видов представления знаний (для людей и компьютеров), которые существенно отличаются. Люди оперируют текстами, структурированными в виде книжной структуры, а также абстрактными понятиями, визуальными образами и прочими модальностями. А компьютеры оперируют специальными онтологиями (объекты формализации знаний с помощью концептуальных схем). В онтологии пять основных элементов: понятия, экземпляры, отношения, атрибуты и цели.

Обозначим важную идею и задачу данной работы — показать и описать перспективные механизмы управления знаниями на уровне сопряжения двух следующих концепций, это связь системы когнитивных мультиагентов сознания человека и коллективным информационным пространством человечества как частью ноосферы. Истоки гипотезы и определение системы когнитивных мультиагентов сознания человека будут даны в главе 5.

Примечание. Когнитивный процесс в сознании — это вид психических процессов, которые связаны с восприятием и переработкой мозгом субъекта поступающих извне данных. Он обеспечивает взаимодействие субъекта с внешней средой [10]. Проявляется когнитивный процесс в сознании в следующих формах: восприятие, внимание, память, мышление, воображение и т.п. А ноосфера рассматривается как новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором её развития. И хотя концепция ноосферы является масштабной, но ещё не вполне научной гипотезой, однако она остается важным элементом философско-научного дискурса о будущем человечества [9].

1. МНОГОАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ. РАЗНЫЕ ПОДХОДЫ

Данная глава посвящена изучению многоагентных систем (МАС) и их применению в различных областях. Рассматриваются три ключевых направления: психологические модели агентов сознания и бессознательного, технологические реализации в техносфере и социальных сетях, систе-

мы на основе агентов-нейронов. Также формулируются основные принципы построения и функционирования МАС.

Многоагентная система (МАС) традиционно образована множеством агентов, которые могут автономно перемещаться в пространственной среде, взаимодействуя между собой и реагируя на динамичные условия в среде. Агенты МАС действуют на основе относительно простых алгоритмов и правил. Причем пространственная среда может быть физической, виртуальной или гибридной. Исторически изучение МАС связано с решением проблем ИИ. Например: в транспорте, логистике, экономике, управлении коммуникациями. МАС могут использоваться для задач, которые сложно решать одним управляющим центром, а децентрализация управления может значительно уменьшить объёмы потоков данных и упростить вычисления и взаимодействия агентов.

Нашей важной задачей является формализация понятия и развитие концепции **когнитивных мультиагентов** внутреннего мира индивида (социального субъекта).

В этой главе мы рассмотрим и проанализируем концепцию МАС. В качестве прототипов для когнитивных мультиагентов были выбраны три условных научно-практических направления Ⓐ, Ⓑ, Ⓒ. Рассмотрим эти направления.

Ⓐ **Агенты психики, сознание и подсознание**. Эту концепцию МАС, весьма близкую к категории когнитивных мультиагентов, разрабатывали психологи и лингвисты. В своих рассуждениях психологи опирались на категории сознания и подсознания*.

* *Примечание*. Отметим, что понятие «подсознание» Зигмунда Фрейда основано только на его личных убеждениях без научных исследований. Поэтому оно не корректно с позиции науки. Сейчас используется понятие «бессознательное», что характеризует психические явления и переживания, которые слабо контролируются сознанием.

Нас в данном случае интересует концепция психических агентов (внутреннего мира субъекта). Эта концепция рассматривает человеческое сознание и «бессознательное» как систему взаимодействующих агентов (или модулей), каждый из которых выполняет свои определённые функции. В контексте сознания и «бессознательного» такая модель показывает, что психика человека состоит из множества модулей, «агентов», которые работают вместе, чтобы обрабатывать информацию, принимать решения и управлять поведением человека, часто в непростых ситуациях. Концепция многоагентности помогает объяснить сложность и многозадачность человеческого мышления, а также то, как сознание и «бессознательное» человека взаимодействуют для достижения его различных целей в процессе жизнедеятельности.

Сознание и «бессознательное» представляют собой совокупность множества агентов, каждый из которых специализируется на определённых задачах. Например, один агент может отвечать за обработку визуальной информации, другой — за эмоциональные реакции, третий — за принятие решений. Эти агенты взаимодействуют между собой, обмениваясь информацией. Например, агенты «бессознательного» могут обрабатывать информацию автоматически и передавать результаты в сознание, которое принимает окончательные решения. При этом сознание можно рассматривать как «главного агента» (в МАС этого нет), который координирует работу других агентов и принимает осознанные решения. «Бессознательное» же состоит из агентов, которые автоматически работают, но лишь локально, без прямого участия сознания (например, управление дыханием, обработка привычных действий, стере-

отипов). Все эти агенты участвуют в таких процессах, как восприятие, память, обучение, принятие решений и эмоциональные реакции. Они могут быть как врождёнными, так и сформированными в процессе жизни. Хотя это во многом умозрительная, объяснительная модель, но в ней имеется вполне рациональное зерно.

Современная теория фреймов давно применяется для структурирования и понимания системы знаний в разных областях науки. Основные принципы этой теории развивались независимо в разных науках и коллективах. Считается, что концепцию теории фреймов впервые предложил американский ученый Марвин Минский в работе «Фреймы для представления знаний» (1979). Он рассматривает фрейм (в рамках теоретических исследований в области ИИ) с позиции восприятия человеком в типовых случаях и новых условий реальности и мышления в процессе адаптации к незнакомой ситуации. В современной науке наиболее последовательно теория фреймов раскрывается в социологии и когнитивной психологии, так как здесь фрейм рассматривается не только как статичная структура знаний, определяющая взаимосвязь между элементами системы, но и как изменяющаяся в процессе восприятия схема профессионального и жизненного опыта [11]. С другой стороны, уже в 80-х годах прошлого века разрабатывались диалоговые системы различного назначения (как в США, так и в СССР). Например, в Институте космических исследований (сейчас ИКИ РАН) в результате диалога человека-оператора с системой по визуализации экспериментальных данных, реализованной на языке программирования Лисп (автор — В.А. Рыжов) [12], осуществлялся синтез исполняемого программного кода на различных языках программирования (Фортран, Паскаль), в зависимости от применяемой системы визуализации (графопостроитель, графические растровые дисплеи и т.д.). Тогда в основе диалоговой модели был фрейм, в котором в качестве активных узлов фрейма применялись прототипы когнитивных агентов на порождающих грамматиках [12]. В то время ещё не была изобретена методология объектно-ориентированного программирования (ООП).

Также развивает эту тему концепция многих наблюдателей сложности В.И. Аршинова [13]. Главная идея наблюдателя сложностности заключается в том, что наблюдатель — это активно действующий агент, который наблюдает и создаёт свою небольшую картину мира и модель поведения в ней. Он должен проводить различия и фокусировать внимание на одной стороне наблюдаемого (внешнего и/или внутреннего мира). Дополнительно Аршинов рассматривает наблюдателя как самоорганизующийся ансамбль когнитивных агентов, эмерджентным продуктом взаимодействия которых, возможно, является искусственное сознание, включая искусственный интеллект.

Ⓑ **Агенты в техносфере и в соцсетях**. Вторая концепция МАС частично технологическая и требует междисциплинарного подхода. Её разработали инженерно-технические и ИТ специалисты, используя еще одну концепцию — сетецентрическое управление. Мы выделяем две версии реализации. В первой версии реализована категория технических систем, образованных множеством взаимодействующих автономных интеллектуальных агентов-модулей [14]. Примерами таких задач являются: управление роем ракет или беспи-

лотников; ликвидация чрезвычайных ситуаций. Во второй версии реализована категория множества взаимодействующих автономных интеллектуальных агентов, ботов в виртуальном пространстве компьютерных сетей, а также в социальных сетях [15]. Примерами близких задач являются: поиск необходимых данных как в СУБД, так и в браузерах, координация действий субъектов; анализ событий и ситуаций в аналитических системах; моделирование социальных структур и сетей; онлайн-торговля и пр.

- **Агенты в базах знаний и семантических сетях, контуры обратной связи и адаптация**. Третья интересная концепция МАС — это система, образованная множеством интеллектуальных «агентов-нейронов», действующих в базах знаний и семантических сетях. Эти «агенты-нейроны» взаимодействуют друг с другом для достижения формальных целей, используя контуры обратной связи и механизмы адаптации к внешним ситуациям.

Примерами таких задач являются: управление знаниями в организациях с использованием баз знаний; работа ИТ-платформы для управления промышленным производством в заданной отрасли; обеспечение безопасности крупных организаций. Здесь везде нужно обрабатывать большие объёмы разноплановой информации, которая может динамично меняться и перестраиваться, где в автоматическом режиме, а где и под присмотром аналитиков.

Категории и принципы многоагентных систем. Выделим основные принципы многоагентных систем (МАС), в том числе и включающих агентов нескольких категорий и разной природы.

1. МАС — это коллективная система, образованная множеством взаимодействующих интеллектуальных агентов по определённым локальным правилам. МАС могут быть использованы для решения таких проблем, которые сложно или невозможно решить с помощью одного агента или единой управляющей системой.

2. В МАС агенты имеют несколько важных характеристик:

   - автономность: агенты независимы (частично или полностью);
   - ограниченность представления: ни у одного из агентов нет представления обо всей системе или система слишком сложна, чтобы знание о ней имело практическое применение для агента;
   - децентрализация: нет агентов, управляющих всей системой.

3. Составляющими элементами МАС также могут быть роботы, боты, дроны и даже люди, группы людей. Многоагентные системы могут содержать и смешанные группы. По сути, это простые МАС и гибридные, включающие людей и, вообще, учитывающие человеческий фактор.

4. В МАС может проявляться самоорганизация и сложное поведение, даже если стратегия поведения каждого агента достаточно проста. Это основа так называемого роевого интеллекта (система описывается в концепциях синергетики).

5. Агенты МАС могут обмениваться информацией, знаниями, координировать свои действия. Для этого используется специальный управляющий язык, содержащий регламенты и правила «общения», которым подчиняются все участники МАС.

6. В МАС можно реализовать оптимальное управление оперативно-тактическими событиями и ситуациями за счёт самоорганизации и взаимодействия множества самостоятельных программных модулей в программных агентах, а также несложных инструкций и регламентов для социальных субъектов.

7. Главное достоинство МАС — это их гибкость. МАС может быть дополнена и модифицирована без переписывания значительной части программного комплекса.

8. МАС обладает способностью к самовосстановлению, а также устойчивостью к системным сбоям, благодаря достаточному запасу элементов системы и её возможностью к самоорганизации.

Выводы. Сформулированы основные принципы многоагентных систем, такие как автономность, децентрализация, самоорганизация и гибкость. Подчёркивается, что МАС позволяют эффективно решать сложные задачи за счёт коллективного взаимодействия агентов, что делает их перспективными для использования в самых разных сферах.

2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ШКОЛЫ П. К. АНОХИНА. АКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СУБЪЕКТА

Рассмотрим теорию функциональных систем, разработанную П.К. Анохиным, которая описывает организацию целенаправленного поведения живого организма. Рассматриваются два типа систем, обеспечивающих гомеостаз, и последовательность действий функциональной системы — от афферентного синтеза до обратной связи. Также излагаются ключевые постулаты теории, основанные на саморегуляции и полезном результате.

Теория функциональных систем школы П.К. Анохина [16] включает модель, описывающую структуру, функции и поведение живого организма. Согласно этой теории, поведение есть активное отношение и взаимодействие организма со средой и окружающим миром. В основе такого поведения лежит комплексная система процессов и контуров управления, образующих единую целеустремленную систему поведения организма [17]. Поведение организма целенаправленно, адаптивно, а сам организм способен обучаться. В основу такого поведения организма как субъекта действия заложен механизм опережающего отражения окружающей его действительности.

Выделяются два типа функциональных систем.

А. Системы первого типа обеспечивают гомеостаз за счёт внутренних (уже имеющихся) ресурсов организма, не выходя за его пределы (например, кровяное давление).

Б. Системы второго типа поддерживают гомеостаз за счёт изменения поведения, взаимодействия с внешним миром и лежат в основе различных типов поведения.

Теория функциональных систем Анохина раскрывает основные принципы, на основе которых объединяются все функциональные блоки мозга, все его уровни управления — как двигательной сферой (все виды движения, от простых до сложных), так и вегетативной (высший регулятор всех функций организма человека). Теория функциональных систем Анохина также раскрывает основные принципы, на основе которых объединяются все функциональные блоки мозга, все его уровни управления двигательной и вегетативной сферами.

Функциональная система в теории Анохина — это динамически складывающаяся широкая распределённая система из разнородных физиологических образований, все части которой содействуют получению определённого полезного результата.

Последовательность действий при реализации одной функциональной системы следующая.

1. Афферентный синтез. Аккумулирует сигналы из внешней среды, память и мотивацию субъекта.

2. Принятие решения. На основе афферентного синтеза формируется программа действий и акцептор результата действия — прогноз результативности совершаемого действия.

3. Совершение действия. После этого снимаются физические параметры результата.

4. Обратная афферентация. Обратная связь, которая позволяет судить об успешности того или иного действия. Это даёт возможность субъекту обучаться: сравнивая физические параметры полученного результата и предсказанного результата, можно оценивать результативность целенаправленного поведения.

Некоторые основные постулаты теории функциональных систем Анохина:

- ведущим системообразующим фактором любого уровня организации является полезный для жизнедеятельности организма приспособительный результат;

- любая функциональная система организма строится на основе принципа саморегуляции: отклонение результата от уровня, обеспечивающего нормальную жизнедеятельность, посредством деятельности соответствующей функциональной системы само является причиной восстановления оптимального уровня этого результата.

В основе идей теории функциональных систем школы Анохина положены концепции гомеостаза и контура управления с обратной связью. Гомеостаз — это способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных действий, направленных на поддержание динамического равновесия посредством контура управления с обратной связью.

Выводы. Сформулированы основные принципы функциональных систем, такие как целеполагание, саморегуляция и обратная связь. Подчёркивается, что поведение организма направлено на достижение полезного результата, а механизм опережающего отражения лежит в основе адаптации и обучения.

3. ТЕОРИЯ ДЕЙСТВИЯ И КОНЦЕПЦИЯ ЖИВОГО ДВИЖЕНИЯ Н.Д. ГОРДЕЕВОЙ И В.П. ЗИНЧЕНКО

Данный раздел статьи посвящен теории действия и концепции живого движения, разработанной В.П. Зинченко и Н.Д. Гордеевой. В ней рассматривается связь сознания с деятельностью человека, роль биодинамической ткани движения, а также механизмы трансформации внутренних и внешних форм действия. Особое внимание уделяется эволюционному ароморфозу сознания и мозга.

Теория действия и живого движения связана с исследованиями В.П. Зинченко и Н.Д. Гордеевой [18]. В частности, Зинченко разработал концепцию, в основе которой лежит учение о сознании и духовном развитии человека как восхождении от живого движения к духовности. Он ввёл понятие биодинамической ткани движения и действия в число образующих элементов сознания, поскольку оно укоренено в деятельном бытии человека. То есть сознание не существует отдельно от деятельности человека, а является результатом его активности. В книге «Сознание и творческий акт» (2010) Зинченко представил новаторские представления о сознании и его структуре [19].

Н. Д. Гордеева в своих исследованиях продолжила и развила традиции и методы Н. А. Бернштейна. Была создана система представлений о глубинных механизмах взаимодействия моторных, познавательных и (в меньшей степени) аффективных (эмоциональных) составляющих исполнительного действия. Гордеева развивала идею о движении как связующем звене между смыслом (что субъективно) и значением (что объективно), как средстве их трансформации друг в друга [20]. Отметим, что понятия «значение» и «смысл» многозначны, особенно в рамках междисциплинарного исследования.

Основные результаты исследований живого движения Зинченко и Гордеевой:

a) изучение микроструктуры и микродинамики двигательных действий. Учёные показали, как происходит взаимодействие изначально существующих внешних и внутренних форм, содержание которых модифицируется в зависимости от ситуации, в которой исполняется действие, и его текущих параметров;

b) изучение функций образа. В.П. Зинченко понимал образ как исходный и конечный пункт движения от внешней формы действия к внутренней и наоборот — от внутренней формы к внешней;

c) исследование двигательных действий. Учёные установили, что двигательные действия — это прижизненно приобретённые формы поведения, специфичные для человеческой деятельности.

Сознание и деятельность человека-личности. Теория действия В. П. Зинченко основана на идее, что действие не складывается из готовых частей, а, наоборот, органически развивается, дифференцируется на ча-

сти, которые впоследствии отрываются от целого (это шаг к концепции агентской системы). И наоборот, автономные процессы, происходящие в сознании субъекта, порождают синергию с целостным сознанием, что даёт возможность субъекту саморазвиваться и адаптироваться по принципу гомеостаза. Наработка экспериментальных данных о живом движении и действии привели Зинченко к новаторским теоретическим представлениям о сознании и его структуре. Напомним, он ввёл биодинамическую ткань движения и действия, поскольку сознание базируется на деятельном бытии человека. По сути, В. П. Зинченко и Н. Д. Гордеева обосновали ароморфоз структуры мозга и функций сознания от высокоразвитых животных к человеку как виду. Ароморфоз в биологии означает скачок в эволюционном изменении организма, приводящий к существенному усложнению его строения и повышению его уровня организации. Это позволило человеку не только освоить новую среду обитания и бытия, но и стать разумным.

Выводы. В разделе сформулированы ключевые идеи о том, что сознание формируется через деятельность, а движение служит связующим звеном между смыслом и значением. Подчёркивается вклад теории для понимания эволюционного скачка в развитии сознания человека, обеспечившего его адаптацию и саморазвитие.

4. БАЗЫ ЗНАНИЙ И СЕМАНТИЧЕСКИЕ СЕТИ

Данный раздел посвящён сравнению двух парадигм представления знаний — баз знаний и семантических сетей, а также их роли во взаимодействии человека и компьютера. Рассматриваются их особенности, различия и перспективы интеграции для преодоления ограничений человеческого сознания в обработке больших объёмов информации. Особое внимание уделяется технологическим платформам и методологиям, таким как объектно-ориентированному программированию (ООП), для создания гибридных смысловых моделей.

Рассмотрим направления развития систем интерфейса «человек — компьютер» относительно представления знаний в компьютерных системах человеку, работающему своём смысловом поле. Для нас важно понимать различие, как эти знания предоставляются человеку и как они кодируются в компьютере. Отметим также, что знание объективно, проверяемо и может быть формализовано (например, отвечает на вопросы «что?», «как?», «почему?»). Смысл же отвечает на вопросы «зачем?», «для чего?» и т.п. Смысл субъективен, ценностно окрашен и связан с личным опытом. Здесь на полярных позициях развиваются парадигмы «база знаний» и «семантическая сеть». В постиндустриальном обществе с появлением единого информационно-коммуникационного пространства на основе единой техносферы возможности управления знаниями сильно возросли. Технологии нейросетевого ИИ имеют хороший потенциал значительного расширения возможностей применения семантических сетей и возможностей их стыковки с компьютерными базами знаний. Это важно, например, из-за ограничений человеческого сознания, в частности памяти, оперировать большими объёмами текстовой и прочей информацией.

Базы знаний. Парадигма «база знаний» в настоящее время получила довольно широкое распространение в самых различных предметных областях и видах деятельности в отличие от «семантической сети». Многие высокотехнологичные компании уже не мыслят своей деятельности без применения своей коллективной базы знаний в качестве платформы для взаимодействия специалистов, объединяющей пол-

ный жизненный цикл производственного процесса, а также жизненный цикл разработки продукта от его проектирования и конструирования до выпуска продукта в производство и затем его дальнейшего сопровождения. Причем такая база знаний агрегирует также весь функционал и системы управления компанией. Особенно база знаний актуальна для деятельности корпоративного университета компании. Она обеспечивает не только непрерывную подготовку и переподготовку персонала по всему спектру деятельности компании, но и разработку новых технологий, а также быстрый запуск новых технологий в промышленное производство. Уже существуют высокоэффективные платформы для таких баз знаний, что позволяет существенно ускорить практически все производственные и управленческие процессы в современной высокотехнологичной организации.

База знаний (Knowledge Base) в общем понимании — это централизованная, структурированная и динамически обновляемая цифровая система, предназначенная для сбора, хранения, организации, поиска и обмена информацией и знаниями внутри предприятия, организации или сообщества. В отличие от простого хранилища файлов или данных, база знаний нацелена на удобную и привычную работу коллектива (человека в команде), прежде всего с текстовой (близко к книжному формату), со смыслами, контекстом и опытом, превращая разрозненные части информации (тексты, графику, мультимедиа модули) в применимое на практике знание.

При этом необходимо учесть ещё один важный фактор. С одной стороны, существуют профильные знания, уже представленные в базе знаний организации её ведущими специалистами. С другой стороны, важно иметь представление об особенностях персональных знаний и данных о самих специалистах. Это может быть специфика образования, например какой вуз, кафедра, в также практический опыт и прочие полезные навыки в виде специального опыта, хобби. Вторая часть таких данных слабо формализована ввиду отсутствия разработанного понятийного аппарата, третья — вообще плохо формализуема по своей природе. Однако в условиях современного кризиса, даже в процессе текущей работы, часто возникает необходимость привлечения внешних специалистов (например, экспертов и даже аналитиков) в совершенно неожиданных предметных областях. При этом, не подозревая, что они могут быть рядом.

Основные возможности платформы базы знаний.

- Поиск и обнаружение. Поиск необходимых знаний посредством информационных запросов осуществляется интуитивно понятным для человека способом, не требующим специальных знаний языка запросов.

- Совместная работа в команде. Модель управления версиями и контроля доступа позволяет одновременно широкое сотрудничество и индивидуальный контроль данных. То есть в процессе работы над совместным проектом участники могут группироваться и далее совместно редактиро-

вать, править единый документ (гипертекст & мультимедиа, обсуждение и комментарии, согласование выпуска документа и ответственности и пр.).

- Управление знаниями. Это одна из ключевых технологий платформы — координация процессов поиска, обмена, создания и актуализации знаний, в ходе которых платформа отслеживает всю необходимую участникам информацию и данные.

Семантические сети. С другой, компьютерной стороны, семантическая сеть в информатике — это модель в виде системы знаний в любой предметной области, традиционно реализованная в виде ориентированного графа онтологий. В качестве вершин сети выступают понятия, факты, объекты, события и т.п., представленные в формате онтологий (объекты формализации знаний с помощью концептуальных схем). В качестве дуг сети — отношения, которыми вершины связаны между собой. Таким образом, семантическая сеть — это «нечеловеческая база знаний» для компьютерного опосредованного представления специальными моделями (компьютерными онтологиями) «ожидаемых» смыслов человеческого понимания. Такая онтология отвечает на вопросы: «Что существует?» и «Как это связано?». Это, по сути, попытка описать мир (или его часть) в виде формальной структуры, которую условно можно назвать «семантической грамматикой».

Рассмотрим, что общего и различного у семантической сети и базы знаний. И семантические сети, и базы знаний относятся к моделям представления знаний в различных парадигмах искусственного интеллекта.

Различия:

- семантическая сеть описывает знания в виде графа онтологий, в котором можно устанавливать ограничения на число связей, то есть на сложность сети. В семантических сетях декларативные и процедурные знания не разделены, поэтому база знаний не отделена от механизма вывода;

- база знаний может включать разные типы связей, понятные человеку, например иерархические, функциональные или сценарии. В семантических сетях обычно используют знания общего (онтологического) характера, а конкретные типы сетей разрабатываются для различных целей и приложений.

Но вернёмся к задаче расширения возможностей применения семантических сетей (онтологических) и баз знаний (человеческих) для упрощения и снижения ограничений человеческого сознания оперировать большим многообразием информации. Здесь просматриваются два вектора совместной эволюции семантических сетей и баз знаний для решения проблем взаимодействия «человек — компьютер».

A. Совершенствование распознавания паттернов мозговой активности. Это может способствовать выходу на новый уровень общения в отношениях
 1) «человек — компьютер» и
 2) «человек — компьютер — человек»
 в условиях современного «информационного взрыва» и «информационного шума».

B. Объединение разных видов представления знаний (для людей и компьютеров), которые существенно отличаются. Например, люди оперируют текстами, визуальными и абстрактными образами (звуки и прочие модальности), а компьютеры — се-

мантическими сетями, содержащими специальные онтологии (объекты формализации знаний с помощью особых концептуальных схем).

Таким образом, в перспективных семантических сетях становится возможной стыковка и объединение этих видов информации в единую гибридную модель посредством так называемой динамической метамоделью. Для этого хорошо подходит современная категория (и методология) объектно-ориентированного программирования (ООП). Кратко ООП — это подход, при котором программа рассматривается как набор объектов, взаимодействующих друг с другом. У каждого объекта есть свои свойства и поведение с набором доступных действий. Говоря об объектах, нужно понимать, к какому классу он принадлежит. Класс в ООП — это модель для создания объектов определённого типа, описывающая их структуру и поведение, которое определяется соответствующими алгоритмами для работы с этими объектами. ООП является идеальным инструментом для реализации многоагентных систем — МАС. Обратим особое внимание, если на раннем этапе исследователи функций мозга и ИИ увлекались весьма упрощёнными моделями представления когнитивных процессов и знаний в виде статичных структур — графов, то современные исследователи давно уже поняли, что без динамических моделей типа сетей Петри, МАС и ООП уже не обойтись.

В следующем разделе будут предложены идеи расширения возможностей когнитивных агентов, а также их применение как для виртуальной реальности, так и для физической реальности (включая гибридную) с участием, например, роботов, дронов, а также и прочей виртуальной «живности».

Выводы. Сформулированы ключевые различия между базами знаний и семантическими сетями, а также подчёркнута важность их совместного развития для улучшения взаимодействия человека и компьютера. Обозначены перспективы создания гибридных динамических моделей, способных объединить человеческие и машинные форматы представления знаний для решения сложных задач в условиях информационной перегрузки человека.

5. КОНЦЕПЦИЯ СОЗНАНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ МУЛЬТИАГЕНТОВ СУБЪЕКТА И МЕХАНИЗМ ИХ РАБОТЫ

Данный раздел статьи представляет концепцию когнитивных мультиагентов как систему автономных модулей сознания, обеспечивающих обработку информации, координацию поведения и рефлексии. Рассматриваются их ключевые характеристики, уровни (интра- и экстраспективные) и роли в интеграции человеческого сознания со специальными программными объектами, например в виде агентов-модулей или ботов-посредников, работающих в диалоге с человеко-оператором. Также уделяется внимание трансформации «Я-концепции» под влиянием техносферы и новых технологий, таких как дроны.

Выше, в разделе «Категории и принципы многоагентных систем» указывалось, что гибридные МАС могут включать людей и прочие социальные субъекты в качестве агентов. Но теперь мы в комплексе заглянем внутрь сознания социального субъекта (индивида) и рассмотрим структуру и функции его системы когнитивных мультиагентов. Этот подход помогает исследовать, моделировать и понимать, как функционирует сознание субъекта с позиции модели когнитивных мультиагентов. Но сначала определим понятие сознания в соответствии с заданным предметом исследования (см. Введение).

5.1. Уточнение определения сознания для предметной области представления и управления знаниями

Междисциплинарность подхода приводит к различию в объектах исследования, а следовательно, и к разным рабочим определениям сознания. Предполагается, что универсального определения сознания нет, но именно в междисциплинарном напряжении и рождается наиболее глубокое понимание природы сознания.

Сознание — важнейший признак и функционал комплексной(примечание 1) жизнедеятельности человека-индивида в динамике развития как субъекта общества. При этом мозг человека вместе с его нервной системой в целом, а также каждый отдельный участок мозга играет свою конкретную роль в обеспечении необходимых психических функций. Для нас важно, что каждый человек — это саморазвивающаяся живая система, рефлексирующая в трёх сферах реальности и действующая, как минимум, на трёх уровнях её бытия. Это физический мир поверхности планеты Земля, где зародились биосфера (и, в частности, царство «Животные», вид «Человек») и социум (включая личность, погружённую в общество).

Сознание характеризуют два важнейших фактора, физиологический и психический, выделяя его a) **состояние** в виде индикатора жизнедеятельности организма человека, а также b) **активность** в виде способности провоцировать и управлять действиями в виде живого движения (на физическом уровне в виде сенсомоторики), а также провоцировать и управлять мыслительными действиями (на ментальном уровне в виде различных форм мышления). Определим таксоны состояния и активности человека.

a) Состояние выражается в субъективном восприятии и переживании объективных событий собственной жизни, как внешнего физического и социального мира, так и внутреннего психического и физиологического состояния организма, включая мышление.

b) Активность представляет уровень и качество восприятия и мышления:
   1) восприятие разделяется на восприятие внешнего мира (физического и социального) и внутреннего состояния организма (психического и физиологического), а также на поддержку способности действовать в режиме живого движения;
   2) мышление разделяется на мышление живого движения, речь и на абстрактное мышление для решения задач (дискурсивное, логическое, творческое (примечание 2) и т.д.);
   Эта тема для отдельной работы, мы её пока обозначаем эскизно ввиду сложности.
   3) мозг непрерывно генерирует огромное количество ментальных процессов, часть из которых — мысли. В определённом смысле, появление каждой мысли можно соотнести с активизацией определённого агента в нашей модели сознания. Пока этот механизм сознания ещё не понятен.

Примечание 1. Мы рассматриваем комплексное состояние сознания человека в его нормальной стадии функционирования (эффективной функциональности и работоспособности) по всем значимым факторам. Эти факторы: возраст, пол (мужской или женский), психическое и физическое здоровье, циркадный цикл, накопленная бодрость/усталость, хронический стресс, текущая стрессовая нагрузка, высокоинтенсивная интервальная нагрузка (примечание 3) и т.п.

Примечание 2. Творческое мышление связано с живым движением, которое образует слой бытия сознания для построения образа мира и целесообразного в нём действия. В живом движении заложена основа чувствительности и рефлексии для построения более высоких форм рефлексивного поведения личности.

Примечание 3. Высокоинтенсивная интервальная нагрузка (ВИН) — это обычно физическая и/или умственная интервальная (кратковременная) нагрузка на пределе возможностей человека, после которой ему необходима латентная пауза в виде кратковременной паузы восстановления.

5.2. Связь живого движения и мышления в теории деятельности

Рассмотрим концептуальную схему двухконтурной модели сознания (рис. 1) с контурами А — рефлексы и Б — мышление. Это важно, чтобы увидеть картину в целом, чтобы обозреть основные понятия и связи этой модели в теории деятельности.

Рис. 1. Двухконтурность сознания — сенсомодальность и мышление

Исследования В. П. Зинченко и Н. Д. Гордеевой показали связь живого движения и мышления, а сознание базируется на деятельном бытии человека [18]. Их работы в теории деятельности посвящены изучению структуры целостного действия на основе структурно-функционального подхода. Исследователи предложили функционально-структурную модель исполнительного

действия, которая учитывает взаимодействие когнитивных, исполнительных, целеобразующих и эмоционально-оценочных процессов. Причём сознание не существует вне деятельности человека, а полностью сопряжено с его активностью. То есть вообще любое движение, например, не только физическое, но и в виде абстрактного мышления, служит связующим звеном между соответствующим значением и его смыслом. Получается, что мы имеем дело с фундаментальным принципом, близким к «закону сознания», обобщая физическое движение на любую активность, например абстрактное мышление, воображение, творчество и даже фантазию. Однако это не «закон» в смысле физики, скорее всего, это фундаментальный объяснительный принцип. Всё это носит качественный, а не количественный характер, он описывает лишь природу связи, а не её точные измеримые параметры (не может предсказывать). Здесь также имеется обобщающий фактор (интегративность), объединение под одним объяснением огромного спектра психических явлений — от моторных навыков до творческого озарения.

5.3. Определение системы когнитивных мультиагентов

Когнитивные мультиагенты внутреннего мира человека-индивида — это автономные функциональные модули сознания, образующие децентрализованную систему, которая:

a) принимает и обрабатывает информацию (сенсорные данные, эмоции, память, мысли);
b) координирует поведение (принятие решений, реакции, адаптацию);
c) обеспечивает рефлексию (самоосознание, включая формирование образа своего «Я»).

Каждый агент специализирован на конкретной задаче (например: визуальное восприятие, эмоциональный отклик, логическое рассуждение), но взаимодействует с другими агентами через обмен данными и синергию, формируя в сознании целостность психики субъекта.

Ключевые характеристики когнитивных мультиагентов**.**

1. Автономность. Агенты действуют независимо в рамках своей компетенции, но подчинены общим целям системы сознания.

2. Специализация. Примеры агентов:
   - *перцептивные* (обработка сенсорных данных);
   - *эмоциональные* (генерация аффективных реакций);
   - *когнитивные* (анализ, прогнозирование);
   - *рефлексивные* (самооценка, коррекция поведения).

3. Динамическая самоорганизация. Агенты реорганизуются в ответ на изменения внутренней/внешней среды, используя принципы синергетики (Хакен [6], Чернавский [4]).

4. Связь с деятельностью. Функционируют через «живое движение» (Гордеева, Зинченко) — преобразуют смыслы в действия и наоборот.

5. Иерархия уровней:
   - интраспективные агенты (внутренний мир: самоидентификация, рефлексия);
   - экстраспективные агенты (внешний мир: взаимодействие с социумом и техносферой).

5.4. Типы когнитивных мультиагентов

В разделе 1 мы упоминали о прототипах когнитивных мультиагентов и анализировали их. Наиболее близкой к категории когнитивных мультиагентов оказалось направление (агенты психики). Это современная теория фреймов, где фрейм рассматривается не как статичная структура, в которой закодирована стереотипная ситуация, а как динамичная система объектов (классов), отображающих знания, которая изменяется в процессе восприятия и деятельности субъекта.

Именно сейчас научно-технические возможности инфотехносферы общества вышли на необходимый уровень зрелости (производительность процессоров и элементной базы компьютерных систем, скорость сетевых коммуникаций, зрелость научных и инженерных решений в области информатики, лингвистики и других важных промышленных технологий, включая ИИ, и конструкторских решений). Таким образом, в процессе становления нового информационного общества открываются прежде мало активированные возможности инженерных решений для практического применения когнитивных мультиагентов. Системы когнитивных мультиагентов могут стать одним из важных механизмов для реализации технологий управления знаниями, а также управления сложными системами (например, для управления большими проектами, сложными экосистемами организаций и промышленных компаний), а также развития нового поколения технологий ИИ.

Отметим, что подобная ситуация недавно произошла в виде феноменального прогресса обучаемых нейронных сетей. Если раньше не хватало вычислительной мощности компьютеров для нормальной работы алгоритмов нейросетевого ИИ, то сейчас компьютеры достигли необходимого уровня зрелости и мощности. Нейронные сети «выстрелили». Теперь это одно из самых значимых ИТ-достижений недавнего времени. Точно также приходит время для модели когнитивных мультиагентов.

Рассмотрим структуру и функции системы когнитивных мультиагентов. Развивая концепцию когнитивных мультиагентов, можно считать хорошим прототипом упомянутую в разделе 1 первую концепцию Ⓐ. У психологов и лингвистов это психоагенты внутреннего мира субъекта [11], у В. И. Аршинова — наблюдатели сложности [13].

Далее развивая эту идею, мы также включаем в наш предмет исследований концепцию смыслового (семантического) пространства, которое имеет множество различных слоёв субъектного бытия Аристотеля и Н. Гартмана [1, 2]. В рамках слоёв субъектного бытия мы выделяем внешний мир человека (физическая и социальная реальность), а также внутренний мир человека — психическая реальность. В соответствии с этим мы отдельно рассматриваем две системы когнитивных мультиагентов (два контура, см. рис. 1): уровень внешнего мир (физическая и социальная реальность), уровень внутреннего мира (психическая реальность). Аналогичное видение представлено в статье М. Ф. Панкиной 2004 г. [21] по поводу естественного языка. Например, если рассмотреть задачи расслоения функций когнитивных агентов на отработку

задач внутреннего «субъективного семантического пространства» личности и задач внешнего «семантического пространства языка» уровня общества, то возникает достаточно прагматичный вариант разделения агентов. В смысловом (семантическом) пространстве важно различать эти два пространства: с одной стороны, психики индивида, а с другой — социального субъекта общества. Первый слой построен на системе категорий сознания индивида, и в нём формируется его картина мира, смыслы и модель поведения. Второй слой — это часть этнической, национальной концептуальной сферы, заданной языковыми средствами того или иного естественного языка (например, русского), где информация представляется в знаковой и образной формах. Знаковая форма состоит из дискретных сигналов (отдельных значений). Например, набор предложений на русском, английском или другом языке, понятном получателю. Образная форма — это представление информации в виде изображения или звука. Любой естественный язык имеет устную и письменную формы. При разговоре информация кодируется с помощью звуков, комбинации из которых образуются слова, а также с помощью жестов, мимики. При записи слова могут быть закодированы с помощью букв, числа — с помощью цифр и т.д.

Таким образом, мы имеем несколько типов когнитивных агентов разумного субъекта, первый тип нацелен на задачи Ⓩ психики личности (инстраспекция), а второй тип — на окружающий Ⓐ физический мир, включая Ⓑ биосферу и на Ⓒ общество (экстраспекция).

5.5. Пример концепции, объединяющей естественную умственную человеческую деятельность и мышление с компьютерными онтологиями посредством цифровых двойников

Представим, как должна работать современная компьютерная платформа, связанная с управлением, например, сложной экосистемой большой организации. Такая платформа гибридная, в неё всегда интегрированы целевые группы пользователей-операторов как часть экосистемы этой организации. При этом системы когнитивных мультиагентов человека в предлагаемой технологии должны быть погружены в эту гибридную платформу с учетом того, что каждый оператор в роли субъекта управления имеет в ней свою локацию («рабочее место», совмещённое с «рабочим телом» — объектом управления, расположенным в коллективном «рабочем пространстве» платформы) в соответствии с заданным регламентом прав доступа и функционалом полномочий.

Таким образом, все алгоритмы модели управления могут взаимодействовать с так называемыми цифровыми двойниками — ЦД-когнитивными мультиагентами человека. Причём мозговые агенты и ЦД-агенты, моделируемые платформой, пока не могут стопроцентно синхронизироваться между собой (это открытый вопрос), а оказываются связанными только на онтологическом уровне. Заметим, что ЦД-агенты (модели) представляют собой модули, построенные на основе ООП (см. раздел 4).

Операторы, наблюдая и действуя в своих локациях в рамках своей картины мира, смыслов и модели поведения (КМСП), формируют и развивают свои адекватные фрагменты КМСП в той предметной области, в которой они работают средствами данной компьютерной платформы. Мы предполагаем, что таких агентов можно рассматривать как самоорганизующийся ансамбль когнитивных агентов, эмерджентным продуктом взаимодействия которых станет функция стыковки человеческого сознания

с системами ИИ и даже появление новых слоёв «искусственного» сознания.

Уточним одну из задач данной работы — описать перспективные механизмы управления знаниями на уровне сопряжения двух следующих концепций, связанных с когнитивными мультиагентами сознания человека и коллективными информационными пространствами (например, управление сложной экосистемой большой организации (проекта), функционирование отраслевых и прочих платформ для экономического, логистического и бизнес взаимодействия различных целевых групп).

Концепция (а). Психоагенты сознания человека функционируют на уровне мозга человека и участвуют в работе психики человека. Причем психоагенты в сознании и другие проявления психики внешне на уровне мозга физически не наблюдаемы. При этом физиологический мозг и ментальность неразрывно связаны с психикой. Мозг как носитель психики является её материальной основой.

Стоит задача. Исследовать основные возможности и принципы действия когнитивных мультиагентов сознания. Рассмотреть потенциал развития и тренировки возможностей психоагентов сознания человека (как уже известных, так и новых, ранее неизвестных).

Концепция (б). Разработать и создать инновационный технологический инструмент в роли компьютерного ассистента и специального посредника между системой когнитивных мультиагентов и инфотехносферой общества для работы с компьютерными базами знаний и семантическими сетями.

Стоит задача. Исследовать возможности когнитивных мультиагентов относительно интерфейса (человек — компьютер) для стыковки когнитивных мультиагентов с помощью модуля-посредника с компьютерными базами знаний, семантическими сетями и прочими системами.

К концепции **(а)** можно отнести систему виртуальных психоагентов, работа которых уже по своей природе сознания поддерживается человеческим мозгом в потоке мыслей человека. Это ассоциативный ряд образов, выраженный различными способами проявления психики человека, например: поток эмоций; накопленные знания и опыт; ориентация на моральные ценности; включение унаследованных инстинктов, архетипов — как моделей инстинктивного поведения; осознание собственного «Я» и т.д. Работа психики человека в данной модели определяется взаимодействием разных психоагентов в рамках многоагентной интеллектуальной системы мозга, которую мы назвали «системой когнитивных мультиагентов». Концепция **(б)** может быть реализована при помощи моделирования, созданием специальных программных модулей (например, агентов-модулей или ботов-посредников) для достижения согласованной работы человека-пользователя со своими виртуальными психоагентами и работой технического инструментария в роли ассистента, указанного в концепции **(б)**. Это возможно, так как каждый психоагент конкретного человека имеет свою уникальную роль и се-

мантический отпечаток личности человека как в его картине мира, так и в модели поведения. Такую возможность предоставляет организация диалога цифрового-агента (бота) с человеком. Имеется гипотеза, что нечто подобное происходит в процессе внутреннего диалога человека.

Такие «расширенные» возможности сознания человека и развитые технические инструменты помогут человеку более эффективно работать со знаниями в коллективном информационном пространстве (ноосферы), а также управлять любым сложным проектом и всей экосистемой организации.

5.6. Значимость когнитивных мультиагентов для развития концепции ноосферы

Во введении мы обозначили понятие современной концепции ноосферы Земли, которая является масштабной, но ещё не вполне научной гипотезой. Масштабность ноосферы проявляется в переходе планеты в новое качественное состояние: выход за пределы биосферы, массовый характер образования новых веществ, технологий, технических средств и широкое применение автоматизации управления и промышленного производства, экологизация всех сфер человеческой жизни, включая социум. Но главным и значимым фактором и частью ноосферы является коллективное, гиперсетевое информационное пространство техносферы человечества с существенным распространением и проникновением управления знаниями во все сферы деятельности человека, как личности и общества, что напрямую связано с сознанием человека как основы любых форм знания.

Когнитивные мультиагенты в качестве концепции и инструмента могут стать ключевым элементом цифровой трансформации сознания, что позволит:

- эффективно интегрироваться сознанию человека с ИИ-системами,
- управлять знаниями в компьютерных базах знаний и в семантических сетях,
- помогать человеку формировать «глубокое и расширенное сознание» для работы в коллективном информационном пространстве (ноосфере).

Когнитивные мультиагенты — это не «части личности», а динамические процессы в её сознании, обеспечивающие гибкость сознания в различных сложных и экстремальных условиях. Их изучение лежит на стыке нейронаук, психологии, социологии, ИИ и синергетики.

Здесь следует сделать важное замечание. Когнитивные мультиагенты субъекта и мультиагенты компьютерной системы, например семантической сети, относятся к различным системным категориям и поэтому базируются на разных «операционных носителях». Это живые нейронные сети мозга человека и центральный процессор компьютера, поэтому они не могут напрямую пересекаться и взаимодействовать. Например, чтобы их скоординировать, необходимы специальные средства и технологии.

5.7. Как внедрение дронов-беспилотников и прочей «виртуальной живности» трансформируют наше «Я» и социальную реальность

Это ещё одна тема расширения концепции когнитивных мультиагентов субъекта и связана с самой актуальной темой массового применения дронов (имеется в виду военная сфера СВО, начиная с 2022 г.). Но для начала уточним понятие «Я-концепция»: это центральное, комплексное и динамичное психологическое образование,

представляющее собой систему представлений человека о самом себе. Это совокупность всех мыслей, чувств, оценок и убеждений, которые индивид имеет относительно своей собственной личности, способностей, внешности, ценностей, ролей и места в мире. То есть это многогранное ядро личности, формирующееся в процессе социального взаимодействия, саморефлексии и оценки. Работы таких исследователей, как Уильям Джеймс (William James), Чарльз Хортон Кули (Charles Horton Cooley), Карл Роджерс (Carl Rogers) и др., заложили фундамент для понимания того, как мы воспринимаем себя, как это восприятие влияет на нашу жизнь и как оно развивается от детства до зрелости. В нашем контексте погружения современного индивида в техносферу и инфосферу общества (будущую ноосферу) «Я-концепция» — это система представления человека-индивида о самом себе с учетом новых факторов (виртуальной реальности, «зоопарка» роботов, ботов и дронов). Основываясь на этой системе картины мира и модели поведения, человек даёт оценку самому себе (интроспекция) и выстраивает отношения с социумом (экстраспекция). «Я-концепция» — сложная система обустройства бытия человека и зависит от уровня и качества его социализации, в частности от идентификации и самоидентификации (и их производных).

Диалектика вхождения индивида в общество не проста. Если идентификация — это психический процесс, при котором человек отождествляет себя с другими людьми (интроспекция), то самоидентификация — это процесс формирования идентичности и понимания себя как уникального индивида в обществе (экстраспекция). В процессе социализации индивид формируется и осознаёт свои роли, статусы, социокультурные принадлежности и связи с другими людьми, включая восприятие виртуальной реальности. Такая самоидентификация оказывает влияние и трансформирует поведение, мотивацию и взаимодействие с людьми, техносферой и окружающим миром. Так или иначе, «Я-концепция» характеризуется адекватностью или неадекватностью индивида в таком обществе. Человек может создать некий образ самого себя, который не соответствует реальности и приводит к конфликтам с ней. Напротив, адекватная «Я-концепция» способствует более успешному приспособлению к миру и другим людям и взаимодействию с ними в новых условиях. Рассмотрим, на примере дронов (и прочих беспилотников и «виртуальной живности»), как они трансформируют наше «Я» и социальную реальность субъекта.

Дрон — это любой аппарат, способный перемещаться в небе, на земле или в воде, управляемый дистанционно и автопилотом. Отметим важные факторы работы дрона: наличие информационного канала для видеорегистрации обстановки в режиме пилота, когда реально им управляет оператор, находящийся в другом месте (обычно с этой возможностью совмещается функция автопилота). С другой стороны, дроны могут иметь совершенно разные размеры, форм-факторы и функции, включая способ перемещения, манипуляторы, реакцию на препятствия, возможности коллективного поведения (например, в составе роя) и прочие возможности многоагентных систем (МАС). Различные функции и масштабы применения дронов зависят от поставленных целей и задач. Например, в космосе, под землёй или

в других условиях как в масштабе, соизмеримом с телом человека, или с пчелой, муравьём, или в ещё меньшем масштабе. Отметим также, концепция когнитивных мультиагентов субъекта уже многие годы применяется для решения таких задач, как экзоскелеты, управление протезами внешних и внутренних органов человека для инвалидов. Сейчас мы стоим на пороге нового качественного скачка антропного инжиниринга, когда человек-оператор может выйти на совершенно новый уровень трансформации своего тела, сознания, мышления и живого движения как в физическом и социальном слоях бытия (режим экстраспекции), так и во внутреннем — ментальном слое бытия (режим интроспекции).

В исторической ретроспективе наши предки уже неоднократно брали подобные барьеры расширения своего сознания и бытия. Например, феномены отношений «человек и инструмент», «человек и лошадь» (исторически они формировались очень длительно и медленно). С другой стороны, формирование единой техносферы индустриального общества в масштабе целой планеты произошло достаточно быстро. Единая техносфера значительно изменила наш обитаемый мир во всех его слоях бытия. Это результат отношений «человек и машина» (когда появились станки, автомобили, транспорт и прочие атрибуты индустрии). Главным драйвером развития тогда стала наука о машинах и принципах их работы и управления.

С появлением единой инфотехносферы общества (феномен отношения «человек и компьютер») произошло очередное и достаточно радикальное изменение нашего мира также во всех его слоях бытия, но с важным отличием. Теперь драйвером развития перемен стала наука о человеческом факторе мышления, включая расширение принципов работы сознания человека и его процессов, например появление абстрактного мышления и управления знаниями.

Наступило время перемен, когда необходимо переосмысление «Я-концепции» в отношении сознания и его процессов: мышления (познавательная деятельность, порождающая знания), интеллекта (когнитивные способности) человека и т.д. С появлением в индустриальном обществе гибридов человека и машины (автомобили, экскаваторы, комбайны, корабли и самолеты с космическими пилотируемыми аппаратами) наука и наши знания об окружающем мире и обществе значительно обогатились пониманием о месте и роли человека во вселенной. Но также возникли новые задачи и нерешённые проблемы. Теперь в новом информационном обществе появились компьютерные технологии и информатика, с её автоматизацией, слабым нейросетевым ИИ, что неизбежно повлияло на функции когнитивных мультиагентов субъекта. Всё это значительно расширяет возможности «Я» гибридного человека-индивида. А это уже другое, новое расширенное событийное пространство и время. Так что впереди ожидается много всего интересного и неожиданного. Системы когнитивных мультиагентов субъекта и общества — это только малая часть того, что еще предстоит нам узнать о природе человека и общества.

Выводы. В главе сформулировано определение и принципы работы когнитивных мультиагентов, подчёркнута их роль в расширении возможностей сознания и адаптации к технологическим реалиям. Обозначены перспективы взаимодействия человека с ИИ-системами посредством когнитивных мультиагентов и необходимость разработки специальных интерфейсов для координации когнитивных агентов человека и компьютерных систем, в частности с дронами.

6. ПРИМЕР. ЕДИНСТВО ЗНАНИЙ ЧЕЛОВЕКА И ОНТОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ASYS

Данный раздел статьи представляет инженерное решение системы ASys, разработанное для преодоления семантического разрыва между человеческим мышлением и машинными онтологиями в рамках основной задачи: управления сложными экосистемами организаций, больших проектов, промышленных компаний и т.д. Рассматриваются ключевые механизмы интеграции: единая метамодель деятельности, семантические сети, цифровые обязательства и универсальные рабочие места. На примере практического внедрения показано, как система обеспечивает синтез гуманитарных и формализованных знаний.

Одним из реальных вариантов инженерного решения, в котором объединяются и гармонично агрегируются по смыслу разные виды представления знаний (для людей — паттерны мышления и для компьютеров — онтологии), реализовано в системе ASys (*компания «АСис Софт», Москва, Зеленоград*) [22]. Система ASys позволяет решать проблему построения целостной модели и практического управления деятельностью на уровне всей экосистемы любой сложной организации, предприятий и проектов. Следует отметить, что существующая парадигма управления сложной экосистемой организации традиционно основана на разделении всей деятельности на изолированные предметные области — совершенно отдельные фрагменты управления (более 10). Этот подход не позволяет полноценно решить проблемы управления предприятием, практически всегда возникает проблема «лоскутного одеяла». Еще одна проблема, характерная уже для бюрократического аппарата не только Российской Федерации, но и других стран, — это традиционная методология управления проектами и процессами на основе регламентирующих документов (часто противоречащих). Это источник довольно жёстких проблем для автоматизации систем управления АСУ ТП (автоматизированная система управления технологическими процессами).

В системе «Цифровой двойник предприятия Асис» смысловое единство человека и ИИ достигается через инновационное преодоление семантического разрыва между естественным человеческим мышлением и формализованными компьютерными онтологиями. Вот ключевые понятия и механизмы.

1. Проблема семантического разрыва:

- человеческое мышление. Опирается на контекстные нарративы, ассоциации и книжный формат знаний (последовательное изложение с причинно-следственными связями);
- ИИ-системы. Требуют структурированных онтологий (сущности, свойства, отношения), жёстко формализованных для машинной обработки;
- риск. Потеря смысла при переводе человеческих знаний в цифровые модели.

2. Механизмы преодоления разрыва в ASys:

а) единая метамодель деятельности как «язык перевода».

- Суть. Все объекты, действия и отношения описываются через универсальные элементы: Организация → Рабочая группа → Задача → Действие → Обязательство.
- Пример. Когда сотрудник формулирует задачу в свободной текстовой форме, система автоматически связывает ее с вышестоящими уровнями управления деятельностью (работы — функциональные подразделения → проекты-предприятия, связывает задачу с другими задачами и предполагает декомпозицию ее на действия (конкретные шаги).
- Эффект. Человек работает с привычными «книжными» описаниями, ИИ оперирует формализованной онтологией на основе той же метамодели;

б) семантические сети + обработка ЕЯ (NLP) для «гуманизации» ИИ:

- Динамические онтологии. Система строит связи между:
  — текстовыми документами (отчёты, инструкции),
- структурированными данными (ключевые показатели эффективности (англ. Key Performance Indicators — KPI), сроки),
  — объектами (оборудование, продукты).
- Роль ИИ.
  — NLP-модули извлекают смысл из текстовых описаний (например, из технического отчёта),
  — преобразуют его в онтологические связи, сохраняя контекст.
- Пример: Описание производственной проблемы в свободной форме → ИИ выявляет сущности (оборудование, дефект) → связывает с цифровым двойником объекта управления и регламентными документами;

в) цифровые обязательства как «смысловой мост»:

- обязательство = цифровой контракт, где:
  — *человеческая часть*: описание цели на естественном языке (например, «повысить качество изделия до 99,9%»),
  — *машинная часть*: формальные параметры (ключевые показатели эффективности, сроки, ресурсы),
- синхронизация: изменение текстового описания автоматически корректирует связанные данные в онтологии (и наоборот);

г) универсальные рабочие места (англ. UWP):

- интерфейсы адаптируются под тип деятельности:
  — для *творческих задач*: Wiki-стиль работы с текстом, изображениями, гиперссылками, мультимедиа (расширенный аналог «книги»),
  — для *типовых процессов*: формализованные схемы (системы условных обозначений (англ. BPMN) и графического моделирования),
- ИИ-ассистент: в реальном времени предлагает:
  — релевантные разделы корпоративной базы знаний (как «цитаты из книги»),
  — автоматически генерирует документы по шаблонам из базы знаний.

Как достигается единство

Для людей. Работа в привычных нарративных форматах (задачи как «истории», отчёты как «книги»). Свобода формулировок — ИИ вычленяет сущности и связи.

Для ИИ. Единая метамодель гарантирует однозначность трактовки.

Например, обязательства в отношениях и процессах становятся «точками сборки» человеческого и машинного смысла. Человеческая интуиция, выраженная оператором на естественном языке, и машинная точность исполнения в конкретной оперативной и динамичной обстановке адаптивно дополняют друг друга.

Результат. Коллективное знание организации существует одновременно как:
a) гуманитарный ресурс (документы, обсуждения),
b) труктурированная онтология для ИИ-аналитики и прогнозирования.

Пример из практики ASys. При описании аварии на производстве инженер фиксирует событие в свободной форме. Система автоматически связывает текст с цифровым двойником оборудования, участниками аварии, а также с историей ремонтов и генерирует отчёт в формате «расследования» (для человека) + обновляет онтологию рисков (для ИИ).

Таким образом, ASys создает симбиоз человеческой культуры, понимания и машинной логики, где семантический разрыв преодолевается не упрощением (как в стандартных системах), а через многоуровневую агрегацию и трансляцию смыслов.

Выводы. Сформулированы принципы, позволяющие объединить естественное человеческое мышление с компьютерными онтологиями через инновационные механизмы ASys. Подчёркнута важность симбиоза человеческого и машинного подходов для управления сложными экосистемами организаций, что устраняет проблему «лоскутного» управления и повышения эффективности принятия решений. Такое технологическое решение позволяет значительно сократить издержки на координацию рассогласования процессов между различными сегментами управления, а также не плодить лишние рабочие места в компании для работников, координирующих эти рассогласования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе сформулированы основные принципы и определения когнитивных мультиагентов, подчеркнута их роль в расширении возможностей человеческого сознания и адаптации к технологическим реалиям. Обозначены перспективы интеграции человеческого и машинного интеллекта через разработку гибридных моделей и интерфейсов, а также практическое применение таких систем в управлении сложными экосистемами организаций. В работе применялась методология междисциплинарного подхода к исследованию сознания, ИИ, управления знаниями,

организациями и т.д. с целью обосновать технологические решения такого направления, как когнитивные мультиагенты.

Настоящая междисциплинарная работа посвящена исследованию когнитивных мультиагентов как ключевого элемента в интеграции человеческого сознания с технологиями искусственного интеллекта и управлении знаниями. В работе системно объединены теоретические основы и практические подходы из различных областей науки: когнитивной психологии, нейронаук, теории управления, информатики и синергетики.

Основные результаты и положения работы заключаются в следующем.

1. Разработана и формализована концепция когнитивных мультиагентов как автономных функциональных модулей сознания, обеспечивающих обработку информации, координацию поведения и рефлексию. Определены их ключевые характеристики: автономность, специализация, динамическая самоорганизация, связь с деятельностью и иерархия уровней (интра- и экстраспективные агенты).

2. Проанализированы и синтезированы теоретические основы многоагентных систем (МАС), функциональных систем школы Анохина, теории действия и живого движения Зинченко и Гордеевой. Показано, что эти теории образуют единый фундамент для понимания активного поведения субъекта и механизмов адаптации.

3. Исследованы современные подходы к представлению знаний через базы знаний и семантические сети. Выявлены их различия и перспективы интеграции для преодоления семантического разрыва между человеческим мышлением и машинными онтологиями. Предложены механизмы объединения этих моделей в единую гибридную систему.

4. Представлен практический пример реализации единства человеческого и машинного знания в системе ASys, которая через инновационные механизмы (единая метамодель деятельности, цифровые обязательства, универсальные рабочие места) обеспечивает эффективное управление сложными экосистемами организаций.

5. Обоснована значимость когнитивных мультиагентов для развития ноосферы — коллективного информационного пространства будущего. Показано, что они являются ключевым элементом цифровой трансформации сознания, позволяя эффективно интегрироваться с ИИ-системами, управлять знаниями и формировать «глубокое и расширенное сознание».

6. Проанализировано влияние новых технологий (дроны, виртуальная реальность, роботы) на трансформацию «Я-концепции» и социальной реальности. Выявлено, что технологическая интеграция требует переосмысления сознания и его процессов, а также разработки новых интерфейсов для координации когнитивных агентов человека и компьютерных систем.

В целом, работа нацелена на развитие теорий искусственного интеллекта и сознания, предлагая новые междисциплинарные подходы к управлению знаниями и сложными системами. Результаты исследования открывают перспективы для дальнейших работ в области цифровой трансформации общества, развития человеко-машинных интерфейсов и создания технологий, усиливающих когнитивные возможности человека.

Список использованных источников:

1. *Аристотель*. Метафизика. — М.: Эксмо-Пресс, 2024. — 416 с.
2. *Гартман Н*. Старая и новая онтология» // Историко-философский ежегодник. — 1988. — С. 320–324.
3. *Князева Е.Н., Курдюмов С.П*. Основания синергетики. Режимы с обострением, самоорганизация, темпомиры. — СПб.: Алетейя, 2002. — 414 с.
4. *Чернавский Д. С*. Синергетика и информация: Динамическая теория информации. — Изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Едиториал УРСС, 2004. — 288 с.
5. *Чернавский Д.С., Чернавская Н.М., Малков А.С., Малкова С.Ю*. Борьба условных информаций / Сборник «История и синергетика: Математические модели социальной, экономической и культурной динамики». — М.: «КомКнига», 2010. — С. 127–141.
6. *Пригожин И., Стенгерс И*. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. Пер. с англ. — М.: Издательская группа «Прогресс», 1999. — 268 с.
7. *Хакен Г*. Тайны природы. Синергетика: наука о взаимодействии. Пер. с нем. — Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. — 320 с.
8. *Вернадский В.И*. Биосфера и ноосфера. — М.: Наука, 1989. — 258 с.
9. *Лекторский В.А*. Сознание. В сб. «Новая философская энциклопедия»: в 4 т. / Ин-т философии РАН; Нац. обществ.-науч. фонд; Предс. научно-ред. совета В.С. Степин. 2-е изд., испр. и допол. — М.: Мысль, 2010.
10. *Рыжов В.А*. Экология сознания // Компьютер пресс. — 1998. — № 7.
11. *Некрасов С.И., Молчанова Н.С*. Значение теории фреймов в современной науке // Научные ведомости. — 2009. — № 16 (71). — С. 13–17.
12. *Рыжов В.А*. Система организации интерфейса пользователя с пакетами прикладных программ: Дис. канд. физ.-мат. наук (05.13.11), Вычислительный Центр АН СССР / В.А. Рыжов. — М., 1986. — 150 с.
13. *Аршинов В.И., Свирский Я.И*. Сложностный мир и его наблюдатель // Человек. — 2019. — Т. 30. Вып. № 2. — С. 130–153.
14. *Рыжов В.А*. Сложность, сетецентризм и управление самоорганизацией // Экономические стратегии. — 2014. — № 9. http://spkurdyumov.ru/networks/setecentrizm-upravlenie-slozhnostyu/
15. *Агеев А.И., Авдеев С.В., Новоточинов А.А., Рыжов В.А., Фадеева Т.И*. Механизмы самоорганизации социальных процессов // Экономические стратегии. — 2017. — № 4. — С. 164–179.
16. *Егиазарян Г.Г., Судаков К.В*. Теория функциональных систем в научной школе П.К. Анохина. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17365564/
17. *Судаков К.В., Кузичев И.А., Николаев А.Б*. Эволюция терминологии и схем функциональных систем в научной школе П.К. Анохина. — М.: Изд. ЕПС, 2010. — 240 с.
18. *Гордеева Н.Д., Зинченко В.П*. Функциональная структура действия. — М.: Изд-во МГУ, 1982.
19. *Зинченко В.П*. Сознание и творческий акт. — М.: Изд. «Языки славянской культуры», 2010. — 912 с.
20. *Гордеева Н.Д*. Экспериментальная психология исполнительного действия. — М.: Изд. «Тривола», 1995.
21. *Панкина М.Ф*. Семантическое пространство языка и подходы к его изучению // Вопросы когнитивной лингвистики. — 2004. — С. 146–149. https://cyberleninka.ru/article/n/semanticheskoe-prostranstvo-yazyka-i-podhody-k-ego-izucheniyu
22. Единая метамодель ASys для управления организационными системами.
23. https://asys.ru/ASysModel-Ru.aspx

EFFECTIVE KNOWLEDGE MANAGEMENT: UNIFIED ONTOLOGY, COGNITIVE-AGENT APPROACH AND PLATFORM SOLUTION USING AI ALGORITHMS

***Ryzhov V. A.**, Candidate of Physico-Mathematical Sciences, expert of the BRICS ESMU (High-level Expert Council), Co-chairman from the Russian Federation of the BRICS ESMU Commission on Information and Communication Technologies, S.P. Kurdyumov Sretensky Club, Moscow*

***Zakharchuk O. T.**, CEO of ASis Soft, Zelenograd*

The paper presents an interdisciplinary study devoted to the study of cognitive multi-agents as a system of autonomous modules of consciousness, their role in the integration of human thinking with artificial intelligence technologies, as well as practical applications in knowledge management and complex systems. The main provisions of the cognitive multiagent system are substantiated by generalizing the concepts of multiagent systems, functional behavioral models and action theory, as well as modern approaches to knowledge representation in databases and semantic networks. Attention is also paid to the transformation of human consciousness immersed in society under the influence of the technosphere. The possible prospects of digital adaptation of a person in the context of the formation of a new information space of society are shown.

• consciousness • cognitive multi-agents • ontologies • semantic networks • multi-agent systems (MAC) • knowledge management • knowledge bases • digital transformation • artificial intelligence (AI) • noosphere

УДК 004.822

Человек смотрит на мир

***Харламов А. А.**, доктор технических наук, старший научный сотрудник Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, профессор кафедры прикладной и экспериментальной лингвистики МГЛУ, профессор департамента программной инженерии ВШЭ, заведующий кафедрой интеллектуальных информационных систем и технологий Московского физико-технического института, Москва, kharlamov@analyst.ru*

Человек смотрит на мир — это не метафора. Действительно, на примере представления зрительной информации разной степени сложности можно показать, что человек смотрит на мир (в терминах других модальностей — слышит мир, обоняет мир, осязает его). Пирамидные нейроны 17-го поля (первичного проекционного поля) зрительной коры видят через сетчатку глаза так называемое простое рецептивное поле — это темная серединка и светлая периферия или светлая серединка и темная периферия. Пирамидные нейроны вторичного — 18-го поля зрительной коры по Бродману — видят через сетчатку глаза так называемое сложное рецептивное поле (они смотрят на мир через простые рецептивные поля). Пирамидные нейроны 19-го поля смотрят на мир через рецептивные поля нейронов 18-го поля (которые, в свою очередь, смотрят на мир через рецептивные поля 17-го поля) и которые видят контуры объектов, составленные из отрезков прямых рецептивных полей нейронов 18-го поля (и далее «дом, который построил Джек»). То есть человек смотрит на мир из какой-то области мозга, которая смотрит на мир как в терминах сенсорных, так и моторных областей и видит его суммарно как сцену (в терминах разных модальностей). Такой областью является гиппокамп.

• гиппокамп • ламель гиппокампа • шаблон сцены • мир • как его видит человек

1. ВВЕДЕНИЕ

По Крису Фриту [1], мозг не всю информацию, которую он воспринимает и перерабатывает, представляет для осознания человеку — обладателю этого мозга. Что-то он представляет своему обладателю (человек может это осознать), что-то — не представляет. Фрит усматривает здесь лукавство мозга, который только кое-что представляет сознанию, не раскрывая истинные цели этого лукавства. На самом деле, мозг не лукавит: наблюдая мир, в котором мы живем, мозг что-то узнает (видит похожее, проецируя настоящее на уже бывшее в его истории), а что-то — не узнает (то, чего в его истории еще не встречалось). То, что он узнает —

он представляет сознанию, а неузнанное он сознанию не представляет (точнее, не может представить). И это узнавание сцены опосредуется механизмом, который хранит в своей памяти ситуации как последовательности сцен. Эти ситуации не всегда остаются неизменными: по мере обучения (по мере появления похожих, но в чем-то отличных ситуаций) представления ситуаций усредняются с новыми их реализациями, появляющимися на сенсорном входе.

Все это похоже на механизм среднесрочной памяти гиппокампа (память поля CA_3 ламели гиппокампа). И действительно, в работах В. Пенфилда [2] проскальзывает информация о том, что раздражение височной коры вызывает в памяти испытуемого сцены прошлого, которые устойчиво возникают и повторяются при раздражении одних и тех же точек височной коры. Поскольку, раздражая височную кору, В. Пенфилд одновременно мог раздражать и гиппокамп, который ровно в этой области проецируется на кору полушарий (находится за этой областью коры, если смотреть снаружи), можно предположить, что именно раздражение гиппокампа вызывает те отклики, которые описаны Пенфилдом, — то есть гиппокамп представляет тот механизм мозга (обобщающий полимодальный опыт человека), который смотрит на мир через органы чувств и через моторику человека.

И механизм этот — следующий. В ламели гиппокампа осуществляется объединение разномодальных представлений в рамках шаблона ситуации, представленной в этой ламели, в которой отдельные образы событий-объектов, представленных в колонках коры, объединяются в ассоциативной памяти Хопфилда (реализованной в поле CA_3 одной из ламелей гиппокампа) в комбинацию, соответствующую сцене в терминах разных сенсорных и эффекторных модальностей, которая (сцена) смотрит на мир через соответствующие простые, сложные и сверхсложные рецептивные поля соответствующих сенсорных и эффекторных модальностей, описывающих эту сцену. Собственно, именно это гиппокампальное представление сцены в терминах разных модальностей и характеризует восприятие мира человеком. И тогда, если такое представление в одной из ламелей есть, человек его узнает (распознает), а если его нет, то формирует это представление для последующей информационной деятельности.

Это из области психологии. Но как человек, воспринимающий сенсорные образы, видит то, что он видит? Почему он понимает, что восход солнца — это восход солнца, а закат — это закат? Этот вопрос, который задал Вайлдер Пенфилд в своей книге «Речь и мозговые механизмы» [2]. И действительно, процессы распознавания в мозге, опосредованные биохимическими реакциями, вызывают взаимодействие одних нейронов с другими, но человек видит (и осознает это), как восходит солнце! Ответ на этот вопрос прост: мозг распознает во входном образе знакомую ситуацию, зафиксированную в ассоциативной памяти Хопфилда поля CA_3 одной из ламелей гиппокампа, где эта ситуация была запомнена ранее. Этот процесс распознавания и осознается человеком как феномен видения восхода. То есть все значительно проще: мир представлен в гиппокампальной модели мира (есть еще модель мира, представленная в колонках коры [3]) как множество шаблонов ситуаций. Некоторые ситуации, воспринимаемые человеком, знакомы индивиду (ранее сформированы и представлены в модели), другие — незнакомы (их нет в модели). Если ситуация есть в модели, этот факт доводится до индивида (до его сознания — происходит осознание), если ситуации нет в модели (она не распознается), ситуация не доводится до индивида, но представление формируется. Подтверждением того, что этот механизм представлен в гиппокампе, и являются отклики при раздра-

жении височной коры (которая находится на уровне гиппокампа, и поэтому эти тесты касаются не коры, а гиппокампа) [2], обнаруженные В. Пенфилдом при тестировании своих пациентов перед операцией.

Механизм такого распознавания описан более или менее в одной из глав книги автора от 2023 г. [3]. Для распознавания нужны образы, которые хранятся в ассоциативной памяти полей CA_3 ламелей гиппокампа и с которыми сравнивается входная ситуация. То есть это среднесрочная память, реализованная в ламелях гиппокампа, в которой хранятся шаблоны ситуаций (последовательностей сцен: начало — продолжение — завершение ситуации) из обихода носителя этой памяти. Рассмотрим этот механизм более подробно.

1.1. Модель мира

Модель мира, представленная в мозге человека, включает в себя два уровня представлений [3]. На первом уровне представляются образы событий и объектов (как экстралингвистических, так и языковых), которые воспринимаются сенсорами и эффекторами человека в мире, в котором он живет. В колонках коры формируются описания событий и объектов в терминах разных модальностей и в терминах объединения модальностей. На самом деле, там представлены даже две модели: языковая и экстралингвистическая. Эта модель разложена по полочкам (по колонкам коры), но элементы представления о мире поэтому никогда не повторяются (эти описания только виртуально представляют собой модель мира), хотя на входе сенсорики (и на выходе моторики) постоянно возникают очень похожие образы разных модальностей.

Из этих образов собираются представления другого уровня. В ламелях гиппокампа представлены шаблоны отдельных ситуаций, которые собираются из образов представлений более низкого уровня, хранящихся в колонках коры. Эти шаблоны ситуаций (точнее — шаблоны сцен: начало ситуации — продолжение ситуации — завершение ситуации) описывают мир как модель мира другого типа. В гиппокампе представлены классы ситуаций (последовательностей сцен), которые характерны для исторического опыта этого человека: там и представления детсадовского возраста, и школьные, и институтские, и все остальное (до 60 лет, как считал советский грузинский философ Георгий Хуцишвили). Постепенно пустые ламели гиппокампа исчерпываются, и человек перестает воспринимать новый опыт, начинает смотреть на мир в терминах уже сложившейся модели. Эти гиппокампальные (более грубые, составленные из индексов) представления опираются на более детальные представления, хранящиеся в колонках коры. И именно наличие этих гиппокампальных представлений позволяет человеку утверждать то или иное о мире (узнавать мир): это лекция, а это — кафе. Оба эти уровня модели рассмотрены подробно ранее [3], что мы и процитируем ниже.

1.1.1. Модель мира, хранящаяся в колонках коры

Модель мира, хранящаяся в колонках коры, по крайней мере в терминах двух основных модальностей представления мира — слуховой и зри-

тельной, — формируется как иерархии словарей элементов разных уровней соответствующих модальностей, которые, повторяясь в сенсорных кодовых последовательностях, участвуют в формировании образов событий соответствующих модальностей. Описание процесса формирования этих словарей дается в [3].

Обработка человеком сенсорных кодовых последовательностей (текстов и квази-текстов) — специфической информации, полученной с периферии сенсоров, — осуществляется посредством специфического статистического анализа, в результате которого выявляются словарные компоненты разных языковых (и квазиязыковых) уровней, которые хранятся в колонках соответствующих отделов коры. Так, в случае обработки кодовых последовательностей слуховой вербальной модальности формируется следующая иерархия словарей уровнеобразующих элементов уровней языка (рис. 1).

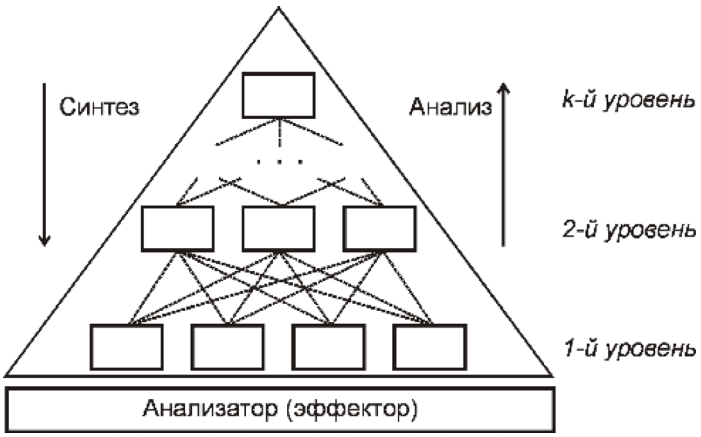


Рис. 1. Многоуровневая иерархическая структура словарей одной модальности, в которой на каждом уровне имеется множество параллельно включенных подсловарей $\left\{\hat{B}_i\right\}_{jkm}$, связанных с подсловарями следующего уровня по типу «каждый-с-каждым». Здесь i — слово в подсловаре, j — номер подсловаря на уровне, k — номер уровня, а **m** — номер модальности

Кодовая последовательность, сформированная в периферии сенсорной (в данном случае на примере языковой вербальной) модальности (до коры), на первом уровне формирует словарь $\left\{B_i\right\}_1$ наиболее часто повторяющихся фрагментов речевой волны — звуков речи (фонем), характеризующий (словарь) стационарные участки вокализованных и невокализованных звуков. На следующем уровне из синтаксической последовательности, полученной после фильтрации словарем фонем входной кодовой последовательности, формируется словарь $\left\{B_i\right\}_2$ переходных между стационарными участками речевой волны участков — транзем.

На следующем уровне обработки — назовем его морфемным — формируется словарь морфемного уровня $\left\{B_i\right\}_3$, характеризующий наиболее часто встречающиеся единицы текста — флективные морфемы. На следующем — лексическом уровне — представлены словари корневых основ слов $\left\{B_i\right\}_4$. На синтаксическом уровне формируется словарь синтаксем, представляющих собой флективную структуру пар слов с купюрами вместо основ слов $\left\{B_i\right\}_5$.

И наконец, обработка этой последовательности формирует словарь попарной сочетаемости корневых основ пар слов $\{B_i\}_6$ — на семантическом уровне. При формировании синтаксических последовательностей на выходе синтаксического уровня поток текстов фильтруется словарем синтаксического уровня $\{B_i\}_5$ — множеством флективных последовательностей, соответствующих флективным последовательностями пар слов, которая после обработки формирует словарь попарной сочетаемости основ слов.

Словарь попарной сочетаемости корневых основ слов виртуально является однородной направленной семантической сетью, поскольку пары корневых основ слов объединяются через свои одинаковые слова. При этом формируется направленный граф. Последующее переранжирование [4] завершает процесс построения семантической сети, когда от частотного портрета текста мы переходим к его смысловому портрету (со взвешенными вершинами и связями). Этот процесс происходит уже с участием гиппокампа.

Семантическая сеть. Опишем более формально ассоциативную (однородную семантическую) сеть *N*, а также рассмотрим ее как подмножество метрического пространства.

Определение 1. Под семантической сетью *N* понимается множество несимметричных пар событий $\{<c_i c_j>\}$, где c_i и c_j — события, связанные между собой отношением ассоциативности (совместной встречаемости в некоторой ситуации):

$$N \approx \{<c_i c_j>\}. \quad (1)$$

В данном случае отношение ассоциативности (от c_i к c_j) несимметрично:

$$<c_i c_j> \neq <c_j c_i>.$$

Определение 2. Семантическая сеть, описанная таким образом, может быть представлена как множество так называемых звездочек $\{<c_i \langle c_j \rangle>\}$:

$$N \approx \{z_i\} = \{<c_i \langle c_j \rangle>\}. \quad (2)$$

Определение 3. Под звездочкой $<c_i \langle c_j \rangle>$ понимается конструкция, включающая главное событие c_i, связанное с множеством событий-ассоциантов $\langle c_j \rangle$, которые являются семантическими признаками главного события, отстоящими от главного события на одну связь. Связи направлены от главного события к событиям-ассоциантам.

Определение 4. Звездочка с единичными значениями весов событий-ассоциантов называется единичной звездочкой (звездочкой-ортом).

Определение 5. Звездочкой-подпространством называется звездочка, полученная на единичной звездочке введением весов событий (w_j — веса событий):

$$Z \approx < c_i < w_j c_j >> \} . \quad (3)$$

Определение 6. Весом w_j образа события c_i в сети является значение счетчика повторных появлений событий во входном тексте.

Семантическая сеть в терминах этих определений представляет собой декартово произведение подпространств, порождаемых всеми звездочками, входящими в семантическую сеть, полученными на единичных звездочках за счет введения весовых характеристик понятий-ассоциантов:

$$N = Z_1 \times Z_2 \times \ldots Z_l . \quad (4)$$

1.1.2. Модель мира, хранящаяся в ламелях гиппокампа

Помимо виртуальной семантической сети *N*, которая формируется как объединение слов словарей верхнего уровня иерархии (семантического уровня — уровня сочетаемости концептов в модели мира), в сознании человека формируются представления отдельных ситуаций как частей модели мира (в виде содержимого ассоциативной памяти Хопфилда) в ламелях гиппокампа. В одной ламели — представление одной ситуации как комбинация множества слов словарей образов событий, вошедших в состав этой ситуации, в пространстве и во времени.

Формирование шаблонов ситуаций. Ламели гиппокампа (сечения, ортогональные к длинной оси гиппокампа) ответственны за хранение информации о связях образов событий, хранящихся в колонках коры, в рамках целых ситуаций. Пирамидные нейроны поля CA_3 p-й ламели гиппокампа формируют искусственные нейронные сети Хопфилда [5, 6], весовые характеристики которых хранят информацию об объединении образов событий, хранящихся в колонках коры, относящихся к конкретной ситуации, в рамках этой ситуации.

$$N_p = \bigcup_i N_i . \quad (5)$$

Знак крышки [^] над соответствующими событиями в (5) отсутствует потому, что в ламелях гиппокампа в сеть объединяются не элементы словарей — фрагменты траекторий в многомерном пространстве, а их текстовые (квазитекстовые) эквиваленты — их индексы (рис. 2).

Ламели гиппокампа получают информацию из колонок коры [5, 6], причем и здесь работает ассоциативный принцип обращения к информации. Весь поток информации, поступающий в гиппокамп (через переключения) из коры, приходит одновременно на все ламели гиппокампа. Но откликаются на этот поток только те ламели (те фрагменты ассоциативной памяти Хопфилда), которые содержат информацию о событиях, образы которых присутствуют во входном потоке. Отклик тем больше, чем эта ассоциация сильней.

На каждой итерации взаимодействия коры и гиппокампа поле CA_1 гиппокампа (как конкурентная сеть) формирует отклик только одной (или нескольких — с похожими представлениями) ламели гиппокампа — содержащей образ, наиболее близкий к входной ситуации. Вследствие отклика текущей ламели в коре в колонке, инициировавшей процесс, происходит дообучение (в результате так называемой долговременной потенциации [7]). И на следующей итерации ассоциативная проекция

той же ситуации на ламели гиппокампа оказывается измененной из-за этого дообучения, и следующий отклик ламелей может измениться.

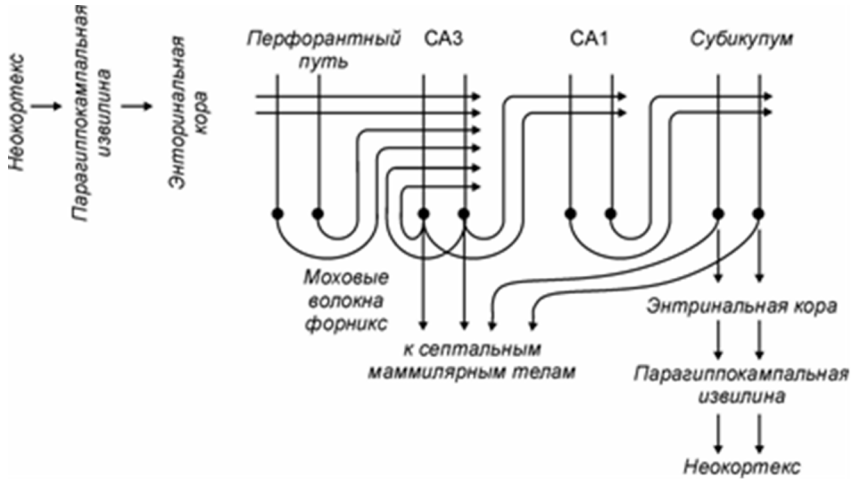


Рис. 2. Архитектура гиппокампа по Rolls [5]. Здесь ассоциативная память Хопфилда сосредоточена в поле CA_3. Все ламели гиппокампа получают одну и ту же информацию от колонок коры. На входной поток из коры откликаются только те ламели, которые содержат информацию о событиях, образы которых присутствуют во входном потоке. Вследствие отклика текущей ламели в коре в колонке, инициировавшей процесс, происходит дообучение (в результате так называемой долговременной потенциации) [7]. При этом происходит переранжирование весов понятий в рамках модели ситуации, хранящейся в отдельной ламели. (Взято из [5].)

После 15–20 итераций образы событий, включенных в ситуацию, в колонке коры изменятся из-за дообучения (которое связано с моделями ситуаций, хранящихся в ламелях гиппокампа). Вообще говоря, и модели ситуаций в ламелях гиппокампа изменяются также. То есть этот итеративный процесс переупорядочивает информацию в коре о событиях текущей ситуации в соответствии с имеющимися моделями ситуаций, хранящимися в гиппокампе, а эти модели ситуаций принимают к сведению информацию о текущей ситуации, отображенной в виде образов событий в коре. Происходит переранжирование весов понятий в рамках модели ситуации, хранящейся в отдельной ламели.

А поскольку поле CA_3 гиппокампа работает в виде громадной автоассоциативной рекуррентной памяти по всей длине гиппокампа, множество отдельных моделей ситуаций N_p, которые хранятся в ламелях p, совместно с образами событий, хранящимися в колонках коры, формируют единую семантическую сеть N — многомодальную модель мира.

$$N = \bigcup_p N_p . \qquad (6)$$

При этом важна не дифференцировка хранимых образов, это обеспечивается в коре, а контекстуальные пространственно-временные связи образов в рамках целых ситуаций в памяти Хопфилда.

Ситуации ассоциативной памяти Хопфида, реализованной пирамидными нейронами поля CA_3, в доминантном гиппокампе представлены в том числе и предложениями естественного языка. Ядро ситуации включает в себя 7 ± 2 элементов — образов событий внешнего мира, хранящихся в колонках коры, что соответствует емкости краткосрочной памяти, является магическим числом в психологии. Не случайно поэтому предикат в описывающем ситуацию предложении (глагол) в среднем имеет не более семи актантов. То есть ситуация, которая выделяется на фоне многомодальной сцены, описывается предложением естественного языка. Поэтому мы будем считать смысловую структуру ситуации, представленной в ламели гиппокампа, похожей на расширенную предикатную структуру описывающего ее предложения. Ситуации могут быть более сложными, так же как и предложения естественного языка могут быть распространенными (содержать несколько расширенных предикатных структур). Это не меняет основного тезиса: ситуация, представленная в ламели гиппокампа, в том числе содержит предложение естественного языка, ее описывающего.

Подойдем к предмету более формально. Семантическая сеть, введенная в разделе 1.1.1., представляет собой множество звездочек (2):

$$N \approx \{z_i\} = \{\langle c_i \langle c_j \rangle \rangle\}.$$

Соотнесем отдельную звездочку Z_i с отдельной ситуацией, представленной в ламели гиппокампа. Рассмотрим расширенную предикатную структуру предложения (рис. 3), которая описывает некоторую ситуацию.

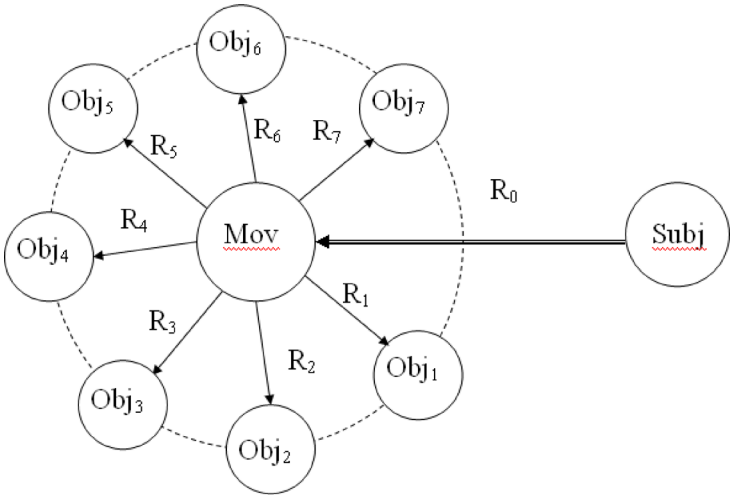


Рис. 3. Расширенная предикатная структура предложения:
Subj — субъект, Obj_i – актанты предиката, $R_{i,i\neq 0}$ — отношения предиката,
R_0 — отношение «быть субъектом»

Семантика предложения, описывающего ситуацию, представленную в ламели гиппокампа, может быть представлена расширенной предикатной структурой.

$$P = \left(S, O_1, O_{i,i\neq 1,} A_j\right), \qquad (7)$$

здесь P — предикат, S — субъект, O_1 — главный объект, $O_{i,i\neq 1}$ — второстепенные объекты, A_j — атрибуты. Эти термины касаются языковых представлений в гиппокампе.

В ламели гиппокампа представлена модель ситуации, которая, помимо языковой, включает также объекты моделируемого мира в их комбинаторике в пространстве и во времени в многомодальном представлении. Будем условно обозначать комбинаторику этих объектов в модели ситуации так же, как и семантику описывающего ситуацию предложения (7), только готическим шрифтом.

$$\mathfrak{P} = \left(\mathfrak{S},\ \mathfrak{O}_1, \mathfrak{O}_{i,i\neq 1,} \mathfrak{A}_j\right), \tag{8}$$

здесь также $\mathfrak{P}$ — действие, $\mathfrak{S}$ — субъект, представленный в соответствующей модальности, $\mathfrak{O}_1$ — главный объект, $\mathfrak{O}_i$ — второстепенные объекты, $\mathfrak{O}_j$ — атрибуты, также представленные в соответствующей модальности.

Переранжирование. Наряду с механизмами формирования ассоциативных (однородных семантических) сетей, реализованными в колонках коры, в том числе механизмами формирования словарей образов событий разных модальностей различной частоты встречаемости, а также выявления связей между этими образами во входной информации, в гиппокампе реализован механизм переранжирования весовых характеристик образов событий, выявленных на этапе структурного анализа в колонках коры. Этот механизм, реализованный в гиппокампе, подобен хопфилдоподобному алгоритму перевзвешивания понятий [6].

При формировании в колонках коры фрагментов сети на основе большого корпуса текстов и квазитекстов, каковыми являются все входные последовательности всех модальностей, получаются некоторые весовые характеристики w_i образов событий c_i. При этом частота их встречаемости приближается к их смысловому весу. При анализе малых по объему квазитекстов (по аналогии с текстами), каковыми являются отдельные ситуации, частота встречаемости уже не характеризует важности образа события.

Под воздействием результатов обработки информации в гиппокампе разумно каким-то образом менять весовые характеристики образов событий ассоциативной сети с учетом их связей с соседними вершинами сети. При таком переранжировании на каждой итерации образы событий, связанные с образами, имеющими большой вес, свой вес увеличивают. Другие события при этом равномерно теряют свой вес.

Сформированное первоначально статистическое представление текста (квазитекста) — сеть образов событий с их связями (в виде частоты встречаемости событий и связей между ними) — переранжируется, что позволяет перейти от частотного портрета текста (квазитекста) к ассо-

циативной сети ключевых образов событий текста (сети с рангами этих событий — их смысловыми весами):

$$w_i(t+1)=\left(\sum_j w_j(t)\,w_{ij}\right)\sigma(\bar{E}). \qquad (9)$$

Здесь $w_i(0)=z_i$; $w_{ij}=z_{ij}/z_j$ и $\sigma(\bar{E})=1/\left(1+e^{-k\bar{E}}\right)$ — функция, нормирующая на среднее значение энергии всех вершин сети $\bar{E}$; z_i — частота встречаемости i-го слова в тексте, z_{ij} — частота совместной встречаемости i-го и j-го слов в фрагментах текста; t — номер итерации. Полученная числовая характеристика слов — их смысловой вес — характеризует степень их важности в тексте.

2. РАСПОЗНАВАНИЕ СИТУАЦИЙ

Таким образом, понимание ситуации возникает после того, как отображенная в ламели гиппокампа сцена (часть ситуации) будет распознана или не распознана: можно ли использовать предыдущий опыт для распознавания ситуации или нельзя.

В человеческом гиппокампе, в ламелях которого как фрагментах ассоциативной памяти Хопфилда представлены ранее сформированные модели ситуаций, происходит процесс их распознавания во входном сенсорном (вообще говоря, и эффекторном тоже) потоке. Это распознавание происходит в фрагментах ассоциативной памяти Хопфилда (см. рис. 2, поле CA_3).

Для простоты понимания функционирования гиппокампа можно отбросить из архитектуры все то, что не относится собственно к распознаванию. Такая архитектура сильно упрощается: это вход из коры, дивергирующий на все ламели гиппокампа, поле CA_3 как ассоциативная память, поле CA_1 как конкурентная память, и выход в кору, откуда пришел входной сигнал. И тогда мы видим простую картину: входная сцена распознается одной из ламелей как ранее сформированная (если есть соответствующая запомнившая сцену ламель), контрастируется конкурентной сетью поля CA_1 и далее включается в стандартный процесс обработки информации, как он происходит с участием гиппокампа [7]. То есть входная информация обрабатывается рекуррентно нужное количество проходов, и одновременно осуществляется дообучение в колонках коры (откуда пришел входной сигнал в гиппокамп) в процессе долговременной потенциации.

3. ЧЕЛОВЕК ЧЕРЕЗ ГИППОКАМП СМОТРИТ НА МИР

И теперь появляется возможность разрешить то противоречие, которое описал В. Пенфилд в своей работе (как психологи понимают, что видит человек, когда он видит то, что они видит в функционировании цепочек нейронов, как их видят нейробиологи).

Начнем объяснение чуть раньше, чем с гиппокампа, на примере обработки зрительной информации, которая воспринимается сетчаткой глаза и отображается в зрительное поле 17 коры по Бродману. Нейрон поля 17 смотрит на мир через сетчатку (через нелинейное — увеличение динамического диапазона — преобразование в латеральном коленчатом теле, не нарушающее топологии изображения), формируя так называемое простое рецептивное поле (рис. 4).

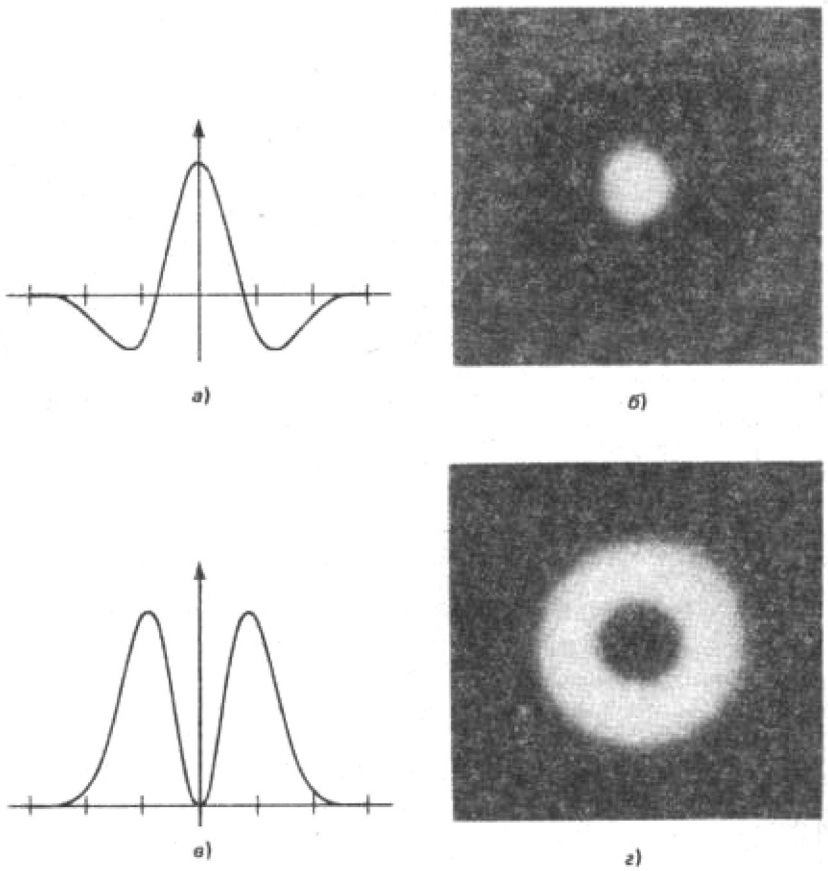


Рис. 4. Простое рецептивное поле нейрона поля 17 зрительной коры (из книги: Марр Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов)

Нейрон поля 18 смотрит на мир через простое рецептивное поле нейрона поля 17 и через сетчатку, формируя так называемое сложное рецептивное поле (рис. 5).

Нейрон поля 19 смотрит на мир через сложное рецептивное поле нейрона поля 18, через простое рецептивное поле нейрона поля 17 (и далее «... дом, который построил Джек ...» — см. рис. 5), формируя так называемое сверхсложное рецептивное поле. Но это уже так называемый нейрон бабушки: он видит образ целого объекта. То же можно сказать о нейронах третичных полей сенсорной коры других модальностей (и о нейронах теменной коры, где модальности интегрированы).

Еще более сложные образы видит гиппокамп, который смотрит на мир через нейроны третичных полей коры, которые смотрят на мир через рецептивные поля нейронов вторичной зрительной коры (поле 18), и далее «дом, который построил Джек» (см. рис. 6). Наверное, именно это имел в виду В. Пенфилд, когда недоумевал по поводу разночтений одного и того же образа нейробиологами и психологами. Наверное, имен-

но это имел в виду К. Фрит, когда недоумевал, почему мозг скрывает некоторые факты от его обладателя.

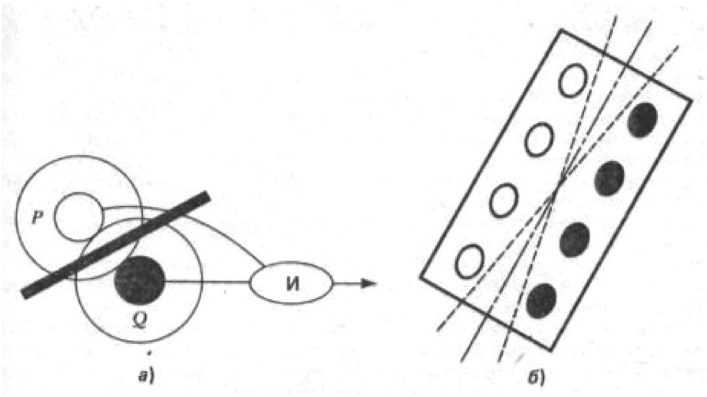


Рис. 5. Сложное рецептивное поле нейрона поля 18 зрительной коры (из книги: Марр Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов)

4. ЦЕПОЧКИ СИТУАЦИЙ

Все это можно обобщить и на последовательности образов, которые представлены в передней (моторной) коре. Там, в силу наличия иерархии представлений разной степени обобщения, наверное, можно увидеть последовательности представлений (теперь уже двигательных образов, которые тем не менее сопровождаются сенсорными образами), которые описывают последовательности действий, соответствующие цепочкам целенаправленного поведения (от текущей до целевой).

Целенаправленное поведение, которое реализуется посредством моторной модели мира, сформированной в передней коре, одинаково хорошо используется как для реализации целенаправленного (моторного) поведения, так и для восприятия последовательностей ситуаций, в той или иной степени совпадающих с ранее возникшими цепочками ситуаций. В случае целенаправленного поведения — это реализация новых планов, в случае вспоминания ранее сформированных цепочек — это память о прошлом, которая так или иначе пересекается с текущим поведением. Осознание этих цепочек (или их отдельных ситуаций) и воспринимается индивидуумом как представленное воспринятого его сознанию (осознаваемое), которое он в это время и осознает.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В. Пенфилд удивляется, как это физиологические процессы, протекающие в нейронах мозга, вызывают в сознании человека чисто психологические явления. Ф. Крис также удивляется, как это мозг человека отдельные факты представляет сознанию (человек их осознает), а другие скрывает от сознания (человек их не осознает).

Все очень просто: те ситуации, которые человек распознает (соотносит с шаблонами, ранее сформировавшимися в ламелях гиппокампа), мозг представляет сознанию.

Те ситуации, которые являются новыми для гиппокампа (ни в одной из ламелей нет подходящего шаблона), мозг устраняет от представления сознанию (но при этом формирует шаблон соответствующей ситуации). Другими словами, осознание — есть распознавание уже запомненных ранее ситуаций. Память гиппокампа хранит весь набор ситуаций, который является личным достоянием (характеризует личность) его носителя. А человек живет в мире, глядя на него через совокупность шаблонов ситуаций, хранящихся в ламелях гиппокампа.

Возможно, именно поэтому пациенты с поврежденным гиппокампом (синдром Корсакова) помнят свое прошлое, но не помнят истории с момента повреждения гиппокампа (или помнят весьма своеобразно).

Список использованных источников

1. *Фрит, К.* Мозг и душа: как нервная деятельность формирует наш внутренний мир. — М.: ООО «Издательство Астрель», 2010.
2. *Пенфилд, В., Робертс, Л.* Речь и мозговые механизмы. — Ленинград: Медицина, 1964.
3. Integral Robot Technologies and Speech Behavior. Alexander Kharlamov & Maria Pilgun eds. 381 P. Cambridge Scholars Publishing. 2023.
4. Neuroinformatics and Semantic Representations. Theory and Applications. Alexander Kharlamov & Maria Pilgun eds. 317 P. Cambridge Scholars Publishing. 2020.
5. Rolls, E.T. Theoretical and Neurophysiological Analysis of the Functions of the Primate Hippocampus in Memory. In: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, Vol. LV, 1990, Cold Spring Harbor Laboratory Press. Pp. 995–1006.
6. Rolls, E.T. & Wirth, S. 2015 Spatial representations in the primate hippocampus, and their functions in memory and navigation. In: Progress in Neurobiology Vol. 171, 2018, Pp. 90–113.
7. *Виноградова О. С.* Гиппокамп и память. — М.: Наука, 1975.

A MAN LOOKS AT THE WORLD

***Kharlamov A.A.**, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher at the Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Applied and Experimental Linguistics at MGLU, Professor at the Department of Software Engineering at the Higher School of Economics, Head of the Department of Intelligent Information Systems and Technologies at the Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, kharlamov@analyst.ru*

A person's view of the world is not a metaphor. Indeed, using the example of visual information representation of varying degrees of complexity, it can be shown that a person looks at the world (in terms of other modalities — hears the world, smells the world, feels it). The pyramidal neurons of the 17th field (primary projection field) of the visual cortex see through the retina of the eye the so-called simple receptive field — this is the dark center and the light periphery or the light center and the dark periphery. Pyramidal neurons of the secondary — the 18th field of the visual cortex according to Brodman - see through the retina of the eye the so–called complex receptive field (they look at the world through simple receptive fields). Pyramidal neurons of the 19th field look at the world through the receptive fields of neurons of the 18th field (which, in turn, look at the world through the receptive fields of the 17th field) and which see the contours of objects made up of segments of direct receptive fields of neurons of the 18th field (and further "the house that built Jack"). That is, a person looks at the world from some area of the brain that looks at the world in terms of both sensory and motor areas and sees it collectively as a scene (in terms of different modalities). Such an area is the hippocampus.

• hippocampus • hippocampal lamella • scene template • the world as a person sees it

CONTENTS

Averkin A. N.

Explicable Artificial Intelligence XAI 2.0: a manifesto of open tasks and interdisciplinary directions 8

Titov A. V.

On the formation of philosophy and logic as a new image of science 23

Meshcheryakov R. V.

Assessment of semantic noise 46

Kataev M. Yu.

Semantic vision 63

Dzhunkovsky A. V.

Interactive audiovisual art: peculiarities of forensic linguistic analysis 66

Ryzhov V. A., Zakharchuk O. T.

Effective knowledge management: unified ontology, cognitive-agent approach and platform solution using AI algorithms 95

Kharlamov A. A.

A man looks at the world 108