

СОДЕРЖАНИЕ

СИСТЕМНОЕ, ЭВОЛЮЦИОННОЕ, КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

3

В. П. Осипов, Ю. Г. Рыков, Б. Н. Четверушкин
Математические аспекты понятия влияния в концепции когнитивного моделирования

11

Р. Б. Куприянов, Д. Ю. Звонарев
Разработка модели прогнозирования образовательных результатов обучающихся для университетов

АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ

21

О. В. Басков, В. Д. Ногин
Нечеткие множества второго порядка и их применение в принятии решений. Приложения

35

Г. И. Шепелев
Влияние способов дефаззификации на результаты сравнения нечетких альтернатив

АНАЛИЗ ТЕКСТОВОЙ И ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

44

М. И. Забежайло
О емкости семейств характеристических функций, обеспечивающих корректное решение диагностических задач

55

Ю. И. Бутенко
Использование онтологий для автоматизации формирования нормативного профиля при сертификации программного обеспечения

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ

66

А. А. Корепанова, М. В. Абрамов
Применение случайного леса в выборе метода восстановления возраста пользователя социальной сети

78

П. Ш. Гейдаров
Эксперимент по созданию нейронной сети с весами, определяемыми потенциалом имитированного электростатического поля

КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ

93

В. Б. Тарасов
Философия искусственного интеллекта, система когнитивных наук, компьютерная поддержка научных исследований и образования

CONTENTS

SYSTEM, EVOLUTIONARY, COGNITIVE MODELING

3

V. P. Osipov, Yu. G. Rykov, B. N. Chetverushkin
**Mathematical Aspects of the Concept of Influence
in the Cognitive Simulations**

11

R. B. Kupriyanov, D. Yu. Zvonarev
**Development of the Students' Educational Success Prediction
Model for Universities**

DECISION ANALYSIS

21

O. V. Baskov, V. D. Noghin
**Type-2 Fuzzy Sets and Their Application in Decision-Making.
Implementation**

35

G. I. Shepelev
**Influence of Defuzzification Methods on the Results
of Comparing Fuzzy Alternatives**

ANALYSIS OF TEXTUAL AND GRAPHICAL INFORMATION

44

M. I. Zabezhailo
**On the Complexity of Characteristic Function Sets for Correct
Diagnostic Problem Solving**

55

Iu. I. Butenko
**Ontology Application in Automating Regulatory Profile Forming
for Software Certification**

MACHINE LEARNING, NEURAL NETWORKS

66

A. A. Korepanova, M. V. Abramov
**Application of Random Forest in Choosing a Method
for the Age of a Social Network User Recovery**

78

P. Sh. Geidarov
**Experiment for Creating a Neural Network with Weights
Determined by the Potential of a Simulated Electrostatic Field**

BOOK REVIEW

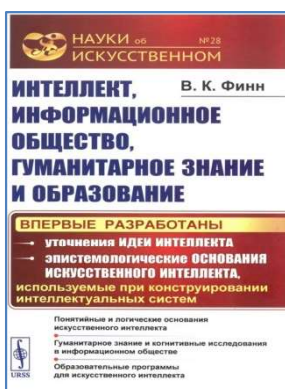
93

V. B. Tarassov
**Philosophy of Artificial Intelligence, System of Cognitive
Sciences, Computer-Based Support of Scientific Research
and Education**

Философия искусственного интеллекта, система когнитивных наук, компьютерная поддержка научных исследований и образования

В. Б. Тарасов

Московский государственный университет им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия
Научно-технологический университет «Сириус», г. Сочи, Россия



Аннотация. Представлены заметки о новой книге В.К. Финна «Интеллект, информационное общество, гуманитарное знание и образование». Проведено обсуждение философско-методологических оснований искусственного интеллекта как междисциплинарной научной области, опирающихся на его концепцию точной эпистемологии и модифицированный шестигранник Х. Гарднера как иллюстрацию взаимодействия когнитивных наук. Рассмотрены проблемы логического моделирования интеллектуальных систем, приведены основные характеристики современной логики (по В.К. Финну). В русле развития единого логико-семиотического подхода к проблеме понимания в искусственном интеллекте отмечена важная роль трехзначной логики осмысленности и четырехзначных логик аргументации В.К. Финна. Проанализированы неаристотелевские структуры понятий. Изложены «образовательные тезисы» В.К. Финна и обоснована целесообразность использования познавательных эвристик и методов синтеза правдоподобных рассуждений, а в первую очередь, ДСМ-метода, не только в гуманитарных, но и в инженерных науках.

Ключевые слова: искусственный интеллект, партнерская система, точная эпистемология, логика обоснованного знания, индукция, эвристика, синтез рассуждений, ДСМ-метод, рациональная антропология, формальная семиотика, продуктивное мышление.

DOI 10.14357/20718594210209

Чтобы оправдать применение искусственного интеллекта для имитации и усиления познавательной деятельности, надо иметь возможность распознавания закономерностей.

В. К. Финн

Введение

Утверждение в нашей стране Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года (см. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019, №490), формирование Федерального проекта «Искусственный интеллект» (ИИ) с многомиллиардным финансированием, в рамках которого был

подготовлен ГОСТ Р 59277-2020 «Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта», введенный в действие 01.03.2021, многие другие крупные банковские и финансовые инициативы, привели к началу «золотой лихорадки» в этой области. Многочисленные «старатели» двинулись в «новый виртуальный Клондайк»: от молодых талантливых программистов, считающих и

✉ Тарасов Валерий Борисович. E-mail: Vbulbov@yahoo.com

объявляющих любые свои системы интеллектуальными, до почтенных профессоров-философов, предлагающих онлайн-курсы по «философии искусственного интеллекта». Первые обычно убеждены в том, что искусственный интеллект (ИИ) – это новая технология, которая возникла несколько лет назад и сводится к глубокому обучению сверточных нейронных сетей. Вторые же наивно полагают, что философию (и, в частности, эпистемологические основы) ИИ можно продуктивно развивать, не зная модели, методы и средства построения искусственных интеллектуальных систем и не имея опыта участия в их практической разработке.

Соответственно, возникает нелегкая для начинающих ученых и преподавателей проблема выбора литературы в области ИИ. Поскольку искусственный интеллект есть междисциплинарная научно-практическая область, здесь важным критерием выбора может служить охват разных сторон его тематики. Также следует выбирать книги, где показана апробация философско-методологических схем при создании прикладных интеллектуальных систем и технологий, а особенно, прослежена обратная связь – от конкретных систем и технологий к философии ИИ.

Профессор Виктор Константинович Финн сочетает высокие профессиональные качества видного философа, известного логика и ведущего российского ученого в области ИИ. Он окончил отделение логики философского факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, а также вечернее отделение механико-математического факультета МГУ. Его учителями в сфере математической логики были выдающиеся учёные А. В. Кузнецов и Д. А. Бочвар. На первых этапах научной деятельности В. К. Финна главной областью его интересов были многозначные логики, а также вопросы применения логических методов в информационном поиске. Второй период его творчества связан, в первую очередь, с развитием теории правдоподобных рассуждений и ее приложений в интеллектуальных системах. Здесь одним из главных достижений Виктора Константиновича стал его оригинальный метод автоматического порождения и принятия гипотез и основанный на нем класс интеллектуальных компьютерных систем, получившие наименования «ДСМ-метод»

и «интеллектуальная система типа ДСМ» (в честь видного английского логика XIX века Дж. С. Милля). Соответственно, междисциплинарность мышления и многоаспектность изложения являются «визитными карточками» научного творчества д.т.н. В. К. Финна.

В новой книге профессора В. К. Финна [1] обсуждаются три группы философских, социальных и образовательных проблем, связанных с современным развитием ИИ и особенностями его представления в общественном сознании. Речь идёт о: 1) понимании ИИ как междисциплинарной научной области и определении его главного продукта – интеллектуальных систем – как партнёрских человеко-машинных систем; 2) новой и перспективной стратегии развития информационного общества на базе интеллектуализации (а не просто цифровизации) ключевых технологий; 3) проблемах организации высшего образования и внедрения междисциплинарных образовательных программ в эпоху интеллектуальных систем и технологий. В более широком плане, выявляются актуальные тенденции симбиоза когнитивных наук, обусловленные взаимодействием философии, антропологии, психологии, лингвистики, логики, семиотики и искусственного интеллекта, где ИИ рассматривается как полигон для экспериментальной проверки научных средств имитации рациональности и продуктивного мышления (Рис. 1).

Определяя, что такое «интеллектуальная система», В. К. Финн опирается на дихотомию «разум – рассудок» И. Канта [2]. В этом русле он понимает «теоретический интеллект» как базовую систему знаний, множество интеллектуальных способностей и набор высших психических функций (интенции, воображение, интуиция, рефлексия, и др.). Некоторые из интеллектуальных способностей, обычно относимые к рассудку (например, способности к рассуждению, распознаванию, обучению), могут быть автоматизированы, что означает весьма ограниченную возможность функционирования искусственной системы в автономном режиме. Другие же способности (целеполагание, рефлексия, интеграция знаний, порождение понятий из идей), рассматриваемые как проявления разума, в настоящее время не поддаются автоматизации и могут быть реализованы только в интерактивном режиме с участием человека.

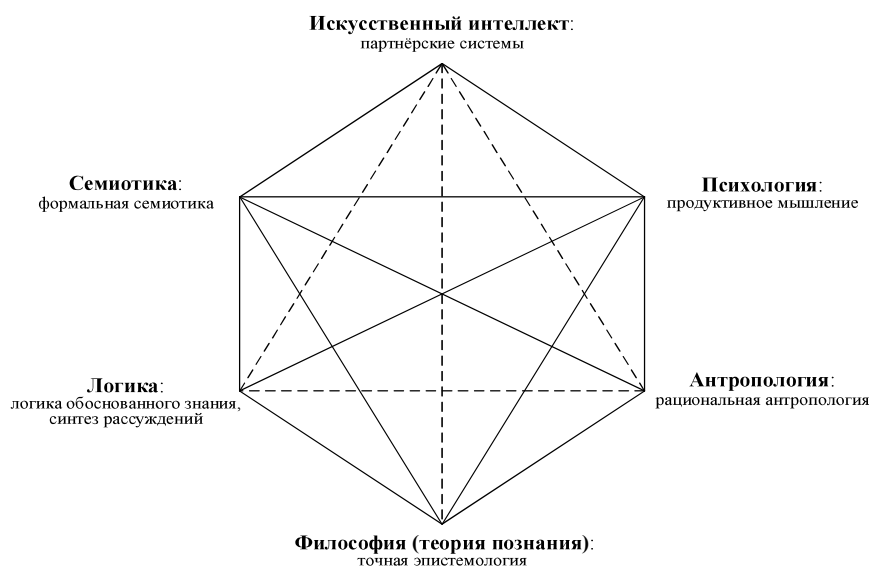


Рис. 1. Вариант представления системы когнитивных наук (в соответствии с содержанием книги В.К. Финна [1])

В общем случае, интеллектуальная система определяется как партнерская система «человек-машина», реализующая способности рассуждения в автоматическом режиме, а способности разума – в интерактивном.

Главные интересы самого автора книги находятся в сфере гуманитарного знания и образования, однако его идеи, подходы и методы (в частности, известный ДСМ-метод автоматизированной поддержки исследований, научные и проектные эвристики на основе синтеза правдоподобных рассуждений, схема интеллектуального робота, концепция партнерства человека и робота, и т.д.) могут быть полезными также для представителей технических наук и сферы инженерного образования.

1. Основания искусственного интеллекта: от эпистемологии к системе когнитивных наук

В самом начале Главы 1 «Точная эпистемология и искусственный интеллект» В. К. Финн обращается к идеям родоначальников ИИ Дж. Маккарти и М. Минского, позиции которых определили две линии развития этой науки. Согласно Дж. Маккарти и Д. Хейесу [3], работа над искусственным интеллектом, особенно, общим интеллектом, предполагает уточнение самого понятия «интеллект». Ими выделены два основных теоретических аспекта

изучения интеллекта: *проблема представления* (эпистемология ИИ, которая связана с формированием системы знаний, необходимых для представления внешнего мира и решения задач с помощью компьютера) и *проблема эвристик* (какими процедурами и какими средствами решаются задачи, в частности, как строить гипотезы на основе имеющихся данных и как проводить рассуждения).

Полностью противоположной позиции придерживался М. Минский [4], считавший, что при разработке искусственных интеллектуальных систем совершенно необязательно точно определять понятие «интеллект» и пытаться моделировать естественный интеллект. По мнению В. К. Финна, мировоззрение М. Минского, ставшее впоследствии весьма популярным и влиятельным, затормозило развитие ИИ в XX веке и привело к современным заблуждениям, например, сведению всей проблематики ИИ к машинному обучению.

К сожалению, отголоски представлений М. Минского о ненужности строгих определений ИИ проскальзывают и в новых документах. Так в документе Министерства экономического развития РФ «Развитие искусственного интеллекта» указано, что «под ИИ в России понимается комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач

результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека» (см. также ГОСТ Р 59277-2020, с.3).

В том же ГОСТе в разделе 3: «термины и определения» на с.3 *знания* (в ИИ) понимаются как «совокупность фактов, событий, убеждений и правил, организованных для систематического применения», *система искусственного интеллекта* определяется как «техническая система, в которой используются технологии искусственного интеллекта» (с.5), а *технологии искусственного интеллекта* – как «комплекс технологических решений, направленных на создание систем искусственного интеллекта» (с.6).

В настоящей книге В. К. Финн существенно развивает эпистемологические основания ИИ, восходящие к идеям Дж. Маккарти. Следуя А. Хоффману [5], он полагает, что результаты работ по искусственному интеллекту могут прояснить принципы и механизмы функционирования интеллекта естественного.

Эпистемология (теория познания) есть философско-методологическая дисциплина, изучающая знание как таковое, его строение, структуру, функционирование и развитие. В русле проблематики ИИ значительный интерес представляют такие ее ветви как эволюционная эпистемология К. Поппера [6], генетическая эпистемология Ж. Пиаже [7], «натурализованная» эпистемология У. Куайна [8] и др.

1.1. Точная эпистемология

Одна из центральных проблем современной эпистемологии состоит в формировании и описании эвристик получения нового знания, в частности, на основе интеллектуального анализа данных. Совершенно новым направлением ее решения видится *точная эпистемология* В. К. Финна – исследование взаимодействия познающего субъекта и соответствующего объекта посредством эвристик и логик рассуждений, порождающих новое знание и его принятие. Содержание термина «точная эпистемология» охватывает: а) организацию и методологию исследований; б) преобразование идей в понятия; в) амплиативные выводы; г) логику рассуждений; д) верификацию или фальсификацию результатов исследования; е) средства порождения гипотез; ж) средства обнаружения эмпирических закономерностей; з) средства принятия результатов – шкалы оценки

качества как рассуждений, так и гипотез; и) эвристики получения новых знаний из исходных данных; к) изучение и обобщение опыта экспериментального применения эвристик.

1.2. Интеллектуальные способности человека

Начальным этапом формирования модели интеллекта и архитектуры интеллектуальной системы может быть определение требуемых подмножеств множества интеллектуальных способностей человека. Согласно В.К.Финну [9], это множество включает:

- 1) выделение существенного в данных и знаниях;
- 2) порождение последовательности «цель – план – действие»;
- 3) возможность отбора посылок, релевантных целям;
- 4) способность к рассуждениям – получению следствий из имеющихся посылок;
- 5) способность к аргументированному принятию решений, использующему представление знаний и результаты рассуждений, соответствующие поставленной цели;
- 6) способность к рефлексии, оценке своих знаний и действий;
- 7) познавательную активность, т.е. способность ответить на вопрос «Что такое?»;
- 8) способность к объяснению и ответу на вопрос «Почему?»;
- 9) синтез познавательных процедур, т.е. взаимодействие индукции, аналогии и абдукции;
- 10) способность к обучению и использованию памяти;
- 11) рационализация идей и превращение их в понятия;
- 12) способность к интеграции знаний, т.е. способность объединять имеющиеся знания и создавать целостную картину рассматриваемого явления или предметной области;
- 13) адаптация знаний при изменении условий и жизненных ситуаций, т.е. коррекция теорий.

Следует отметить, что в Главе 1 Части I книги дана сводка классических понятий и определений, относящихся к интеллектуальным системам и их разработке на основе подхода точной эпистемологии, что позволяет рекомендовать ее разделы в качестве базового материала для создания и модификации отечественных стандартов в области интеллектуальных систем и технологий.

1.3. Искусственный интеллект и феноменология сознания

В Главе 2 Части I автор рассматривает проблемы феноменологии рационального сознания с позиции ИИ. На С. 110 он соотносит сознание с триадой «система знаний – продуктивное мышление – субъективный мир личности» (СМЛ), предлагая схему интерпретации рациональных аспектов сознания на основе знаний об интеллектуальных системах как имитаторах сознательной активности человека.

Под интеллектуальной системой (ИС) им понимается компьютерная система, имитирующая подмножество способностей из множества 1)-13), которая содержит информационную среду, решатель задач и комфортный интерфейс пользователя [9]. Информационная среда состоит из базы данных (фактов) и базы знаний, а решатель задач включает подсистему рассуждений (рассуждатель), вычислитель и синтезатор, формирующий различные стратегии решения задач путем комбинации рассуждений и вычислений. Комфортный интерфейс пользователя охватывает средства представления результатов работы ИС (в том числе, в графическом виде), средства диалога на естественном языке, подсистему объяснения и научения пользователя работе с ИС.

Главной подсистемой интеллектуальной системы является решатель задач, в котором центральное место занимает *рассуждатель* [10, 11]. Он реализует варианты синтеза познавательных процедур, включая достоверные (дедуктивные) и правдоподобные рассуждения. Последние формализуют процесс получения новых знаний с использованием баз данных и знаний.

Разработка интеллектуальных систем высокого уровня, не только имитирующих, но и усиливающих познавательные возможности человека, управляется концептуальными знаниями, которые можно выразить следующими принципами: I) целеполагание; II) задание типа предметной области; III) адекватность методов рассуждений и вычислений типу предметной области; IV) формулировка условия применимости ИС к данной предметной области; V) синтез познавательных процедур; VI) возможность аргументации и фальсификации результатов работы решателя; VII) синтез теорий истины; VIII) инвариантность структуры; IX) наличие метауровня; X) эволюционная эписте-

мология решения задач в ИСЖ; XI) абдуктивное объяснение.

Так, в соответствии с принципом II) выделяются три типа онтологий (или миров в смысле К. Поппера [6]): W_1 – мир физических объектов, W_2 – мир ментальных состояний, W_3 – мир объективного знания. Физический мир взаимодействует с миром психических состояний сознания, а тот порождает мир объективного знания. В мире W_1 различаются три типа предметных областей: а) детерминированные миры с причинно-обусловленными фактами, где правила вывода призваны порождать гипотезы о каузальных зависимостях; б) статистические миры, в которых факты являются случайными событиями, а правила вывода используют аппарат теории вероятностей и статистические методы анализа данных; в) детерминированно-статистические миры, представляющие собой объединение миров а) и б).

В последние годы В.К. Финн рассматривает и более тонкие градации причинно-следственных отношений, например, «причина вызывает часть эффекта», «эффект вызывается многими причинами», «распознавание отсутствия причин», и др. Природа подобной детерминации пока еще никак не отражена в машинном обучении.

Согласно принципу VII), процесс порождения гипотез с использованием эмпирических данных может быть охарактеризован тремя теориями истины: теорией соответствия (для оценки фактов), теории когерентности или согласованности с имеющимися знаниями (для оценки гипотез), а также прагматической теорией (для оценки полезности порожденных гипотез).

Термин «продуктивное мышление» интерпретируется в книге в каноническом смысле М. Вертгеймера [12] и других классиков гештальт-теории, которые связывали интеллект с формированием догадок, возникающих не путем проб и ошибок, а в результате актов «внезапного понимания» – инсайта. При этом найденное решение запоминается раз и навсегда, что обеспечивает возможность его широкого переноса и применения в сходных условиях.

Продуктивное мышление было охарактеризовано гештальтистами средствами традиционной логики (силлогистика, умозаключения, индуктивные методы Д. С. Милля [13]), а также специфическими операциями центрирования, уравнивания, группировки и пр. Еще Д. Майхилл отмечал, что «интуиция порождает

формализацию, а формализация уточняет интуицию» [14]. В интересах демонстрации места интуиции в сознательной деятельности человека В. К. Финн построил «четырёхугольник сознания» (Рис. 2, где СМЛ означает «субъективный мир личности»).

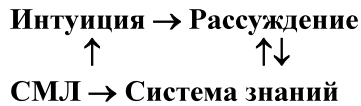


Рис. 2. «Четырёхугольник сознания» по В.К. Финну

В самом конце второй главы автор утверждает, что в русле современного ИИ и зарождающейся структурной когнитологии вместо вопроса А. Тьюринга «Может ли машина мыслить?» [15] надо задавать более конкретный вопрос «Какие из способностей естественного интеллекта 1)-13), могут имитироваться посредством ИС?»

В Главе 3 В. К. Финн приводит свое общее определение ИИ как науки: «Искусственный интеллект – это научное направление, которое занимается имитацией и усилением познавательной деятельности и рационального поведения человека посредством компьютерных систем». Для его обоснования он предварительно перечисляет современные мифы об ИИ и вновь обращается к 13 признакам интеллекта. В числе мифов им указаны:

1) тождественность ИИ и машинного обучения;

2) невозможность имитации познания и человеческой деятельности в рамках ИИ без привлечения больших данных (Big Data);

3) ИИ есть сумма специальных технологий (без выделения главного продукта – интеллектуальной системы с решателем задач);

4) возможность быстрой реализации идей ИИ без серьезного развития теоретических оснований и системы образования и целенаправленной подготовки специалистов;

5) сводимость ИИ к множеству процедур;

6) ограниченность познания мозгом и возможность создания ИИ на основе «прямого воспроизведения» процессов, протекающих в мозге человека. Напротив, познавательный процесс социален и является результатом взаимодействия не только с личностной системой знаний, но и с другими источниками знаний.

В целом, систему когнитивных наук по В. К. Финну удобно изобразить с помощью модифицированного шестигранника Х. Гарднера [16] (Рис. 1), объединяющего идеи точной эпистемологии и эвристики продуктивного мышления с положениями рациональной антропологии, принципами логики обоснованного знания и способами синтеза рассуждений, подходами формальной семиотики.

Глава 4 Части I посвящена философским и методологическим проблемам развития логики в эпоху ИИ и построению логики интеллектуальных систем.

2. Логика в искусственном интеллекте

2.1. Исторические периоды развития логики

Согласно В. К. Финну [17], историю логики можно условно разделить на три основных периода: 1) психологизм (Аристотель и логики аристотелевской традиции); 2) антипсихологизм или «логицизм» в широком смысле слова (Д. Буль, Г. Фреге, Б. Рассел, Р. Карнап); 3) логика как средство формализации рассуждений в интеллектуальных системах (начиная с Д. Маккарти и создателей первых решателей задач).

Логика аристотелевской традиции считали, что объектом логической науки являются формы мышления (понятия, суждения, умозаключения). Последовательное развитие этой точки зрения приводило к психологизму, т.е. к пониманию логики как средства изучения мышления и, в конце концов, как раздела психологии.

Второй период развития логики определяют термином «логицизм», поскольку так называется направление в основаниях математики, сводящее математику к логике (фундаментальная попытка такого сведения содержалась в «Principia Mathematica» Б. Рассела и А. Н. Уайтхеда). Логицизм по праву считался антипсихологическим направлением в логике, так как в его русле предметом логики выступали логические исчисления. При этом рассматривались лишь те рассуждения, которые можно представить средствами исчислений (говоря языком материализма, исчисления первичны, а рассуждения вторичны). Философские принципы логицизма близки к мыслям Л. Витгенштейна в его «Логико-философском трактате» [18].

Логицизм появился не только как реакция на психологизм, но также как следствие и выражение выдающихся успехов математической логики. В то же время, ограничения классической математической логики привели к застою в изучении ряда актуальных проблем, например, открытых теорий и правдоподобных рассуждений, которые не могли быть втиснуты в прокрустово ложе замкнутых дедуктивных формализмов.

Необходимо отметить, что почти одновременно с логицизмом в логике возникло течение неопсихологизма, восходящее к Дж. Ст. Миллю и отраженное, например, в работах Н. А. Васильева [19] и У. Куайна [8]. Оно тесно связано с идеями логического плюрализма и представлениями о логике как эмпирической науке. Признание дескриптивного характера логики является базовым условием для логических построений в духе неопсихологизма.

2.2. Функции логики в искусственном интеллекте

В искусственном интеллекте логика выступает как: а) основа представления знаний и формализации рассуждений (логика предикатов первого порядка и дескриптивная логика – ее частный случай, модальные, многозначные, немонотонные логики); б) инструмент исследования естественного языка (логико-лингвистические модели); в) язык программирования (например, различные версии языка Пролог). Большие перспективы связаны с развитием логики как «формальной философии» для изучения различных сторон интеллекта. Сам основоположник искусственного интеллекта Дж. Маккарти в своем обращении к читателям юбилейного выпуска журнала *AI Magazine*, посвященного 50-летию ИИ как науки, подчёркивал, что ее долгосрочная цель заключается в создании ИИ человеческого уровня. При этом основной задачей он считал развитие логического подхода к формализации повседневных знаний и рассуждений [20].

2.3. Логика обоснованного знания

В Главе 4 Части I книги центральное место занимает анализ концепции неологицизма А. С. Есенина-Вольпина [21] как философии и логики *обоснованного знания*, где обоснование проводится с помощью различных рассуждений (в том числе включающих дедукцию и индук-

цию). Обоснованные утверждения понимаются как неоспоримые в условиях честной критики (например, в процессе диспута). Таким образом, неологицизм противопоставляет субъективной идее несомненности критерий неоспоримости.

Основные положения неологицизма А. С. Есенина-Вольпина сформулированы следующим образом [21, 22].

1. Наука есть система ответов на вопросы посредством методов, использующих средства рассуждений, выраженных в языке науки.

2. Язык науки содержит утверждения, вопросы, императивы и цели.

3. Логика есть наука о правильных рассуждениях.

4. Метод – средство поиска истины, реализующее творчество.

5. Доказательство утверждения – любой честный прием, делающий утверждение неоспоримым.

6. Существуют три этапа познавательной деятельности: творческий, контрольный и исполнительский.

7. Выделяются три режима деятельности, соответствующие ее этапам: либеральный (все, что не запрещено, разрешено), деспотический (все, что не разрешено, запрещено) и фундаментарный (каждый шаг деятельности должен удовлетворять принципу достаточного основания).

Чрезвычайно важным является указание на связь между этапами познания и методами рассуждения (или, выражаясь современным языком, на зависимость логики от онтологии). Творческий этап познания опирается на либеральный режим и предполагает преобладание индуктивных рассуждений. Напротив, деспотический режим более предпочтителен на контрольном и исполнительном этапах деятельности, когда необходима логическая строгость дедуктивных рассуждений.

Иными словами, свобода выбора наиболее важна для творческого этапа познания, на контрольном этапе на первый план выходит закон достаточного основания как базовое «логическое орудие» (данный термин взят по аналогии со знаком как «психологическим орудием», с помощью которого строится сознание у Л. С. Выготского) и важный критерий принятия решений, а на исполнительском этапе реализуется адаптация к миру.

Понятие «закон логики», в традиционной логике рассматриваемый как некая норма, по-

нимается в символической логике либо как тавтология или общезначимая формула, либо как правило вывода. В этом смысле для классической логики, основанной на тавтологиях, выражающих закон исключенного третьего и закон непротиворечивости, и использующей правило вывода *modus ponens*, закон достаточного основания включен в конструкцию доказательства анализируемого утверждения.

Для неклассических, в частности, многозначных логик понятие доказательства усложняется, что приводит к изменению представлений о достаточных основаниях для вывода рассматриваемых утверждений.

С позиции неологицизма важным принципом логики науки (по крайней мере, экспериментальных наук) является принцип доверия. Формализацией принятия утверждения как неоспоримого занимаются теория диспутов и логика доверия. Если источник доверия связать с множеством заданных аргументов и контраргументов, то логику доверия можно представить как вариант логики аргументации [23].

2.4. Неологицизм и рациональная антропология

Следуя известному неокантианцу – антропологу Э. Кассиреру [24], В. К. Финн характеризует человека не только как «рациональное животное» (*Animal Rationale*), но и как «символизирующее животное» (*Animal Symbolicum*). Этот широкий взгляд на природу человека охватывает все феномены культуры – язык, искусство, религию, общественные идеалы, и, наконец, науку. Но без построения теории рационального поведения невозможно изучать *Animal Symbolicum*, ибо самодисциплина мысли и упорядочение знаний являются специфическим для человека механизмом сознания. *Animal Rationale* способен устанавливать связь между интуицией и формализацией.

Эта позиция отстаивается А. Гжегорчиком [25] в его концепции рациональной антропологии. Он считает, что символический способ представления человеческих знаний нередко приводит к искаженному описанию реального мира. Соответственно, третий период развития логики – период синтеза логицизма и психологизма – дает возможность соединить логику субъективного знания с логикой объективного, открывая варианты логического описания не

только *Animal Rationale*, но и *Animal Symbolicum*.

2.5. Характеристики современной логики

В Главе 4 Части II книги обсуждаются главные характеристики современной логики. В соответствии с новой парадигмой логики и методологии науки имеем следующие «максимы В. К. Финна»:

1) культ силлогистики и средств классической логики стал архаизмом;

2) современная логика есть наука о рассуждениях, включающая формализацию догадок и порождение гипотез, т.е. выступающая как генератор эвристик, базирующихся на конкретных источниках знаний (текстах, интервью, сенсорных данных, и т.д.);

3) логика и методология современной науки способны формализовать открытые (квазиаксиоматические) теории, использующие правдоподобные рассуждения;

4) логика формализует синтез познавательных процедур, образующих эвристику для работы с неформализованным материалом;

5) логика использует формальные языки с дескриптивными и аргументативными функциями (это означает применение как логического вывода, так и средств аргументации);

6) логика, открывая возможность порождения гипотез из данных, позволяет эффективно проводить экспериментальную обработку больших массивов данных посредством компьютерных систем.

3. Логика, аргументация, формальная семиотика

В Части III обсуждаемой книги проведен плавный переход от идей и подходов современной логики к изложению основ теории аргументации и формальной семиотики. Автором развивается воззрение Ч. С. Пирса на семиотику как «логику в самом общем смысле, формальную доктрину знаковых систем» [22]. В Главе 1 Части III рассмотрены проблемы семиотического подхода к теории понимания текстов.

Самой древней наукой о понимании текстов является герменевтика – учение от интерпретации текстов, восходящее к комментаторам библейских сказаний. Речь идет о толковании текста, разъяснении его содержания и установ-

лении его значения. Цель герменевтики заключается в понимании авторского текста во всём его содержании, где двумя сторонами содержания являются значение и смысл. Еще у П. Абеляра понимание раскрывалось через отношение значения к смыслу, а Э. Гуссерль [26] характеризовал понимание как акт установления значения знака.

В семиотике понимание предполагает опору на знак, а результатом понимания является смысл. Согласно Ч. С. Пирсу [27], семиотика изучает взаимодействие знака, объекта и интерпретатора. Таким образом, в русле семиотического подхода выделяются, по крайней мере, три стороны изучения знаковых систем – синтаксис (план выражения), семантика (план содержания) и прагматика (план значения). Решению проблемы понимания уделяли значительное внимание классики искусственного интеллекта, в частности, Т. Виноград, А. Ньюэлл, Г. Саймон, Э. В. Попов, Д. А. Поспелов и др. Так, согласно А. Ньюэллу [28] система S понимает знание K, если она использует его всякий раз, когда K уместно. В свою очередь, Г. Саймон [29] предложил задачно-ориентированное определение понимания: система S понимает задачу P, если она имеет знания и процедуры K, необходимые для выполнения P. Таким образом, понимание выражается тернарным отношением, связывающим S, T и P. Шесть уровней компьютерного понимания текста было выделено Д. А. Поспеловым [30].

Тем не менее, разработка и использование единого логико-семиотического подхода для исследования и моделирования понимания все еще остается открытой проблемой. При анализе книги У. Эко [31] В. К. Финн опирается на две ключевые идеи Ч. С. Пирса [27]: а) идею семиозиса как неограниченного процесса формирования и интерпретации знаков, а также порождения значений; б) идею абдукции как активного понимания текста по мере его чтения, основанного на гипотезах, предлагаемых с целью объяснения прошлых и предвосхищения будущих событий.

Еще в 1980-е годы Ч. Филлмор [32] высказал важную мысль о том, что лингвистическую семантику надо развивать как семантику понимания, а не как семантику истинности. Иными словами, следует рассматривать не столько условия истинности-ложности, сколько условия осмысленности-бессмысленности, а также

условия неопределенности в зависимости от контекста. В этом духе В. К. Финн построил трехзначную логику осмысленности со «слабой» бессмыслицей [33], отличную от трехзначной логики бессмыслицы Д. А. Бочвара, и четырехзначные логики аргументации [34]. Эти логики вместе с графом логического анализа текста могут применяться для формализации и уточнения проблемы понимания.

В Главе 2 Части III В. К. Финном сформулированы 12 тезисов об аргументационных системах (в приложении содержится подробный пример логики аргументации), а Глава 3 Части III посвящена примерам неаристотелевского строения понятий, основанного на треугольнике Фреге.

Аристотелевская концепция понятий порождена его онтологией «вещь–свойство», которая предопределила аристотелевскую традицию в характеристике понятий посредством «содержания» и «объема», развитую логиками Пор-Рояля. В начале Главы 3 Части III профессор В. К. Финн напоминает основные допущения этой концепции:

Д1. Понятие есть форма мышления.

Д2. Понятие задается его содержанием – совокупностью существенных признаков и объемом – множеством объектов ими обладающими.

Д3. Выполняется закон обратного соотношения содержания и объема: расширение содержания добавлением новых признаков уменьшает объем, а добавление новых объектов обедняет (уменьшает) содержание.

Д4. Понятия строятся в русле иерархии «род-вид». Примерами служат оstenсивные понятия, представляющие непосредственно данные восприятия.

Д5. Оценка знаний, представимых посредством оstenсивных понятий, определяется аристотелевской теорией истины (теорией соответствия).

В дальнейшем автором рассмотрено неаристотелевское строение процедурных понятий и показано нарушение обратного соотношения объема и содержания. Указаны некоторые виды понятий с неаристотелевским строением: 1) понятия, вводимые путем индукции, например, понятие формулы в языках исчислений математической логики; 2) процедурные понятия, уточняющие идею алгоритма, например, машина А. Тьюринга, машина Э. Поста, нормальный алгоритм А. А. Маркова; 3) неявные определе-

ния понятия множества в аксиоматических системах теории множеств; понятия, связанные с правилами правдоподобного вывода и ДСМ-рассуждений.

Все вышеперечисленные понятия выступают как средства организации знаний, а не как форма мышления. Согласно В. К. Финну, они имеют следующие особенности: (1) ядром понятия выступает треугольник Г. Фреге; (2) конструктивизация понятия (для процедурных понятий) означает расширение ядра, например, построение семиотического четырёхугольника; (3) синтез понятий есть образование понятия из нескольких компонент; (4) основание понятия содержит множество утверждений, характеризующих его экстенционал; (5) упорядочение релевантных понятий происходит по их логической силе (для интенционалов) и по отношению включения (для экстенционалов); (6) вводятся контакты понятий – перечень понятий, использующих данное понятие и представимых в некотором тезаурусе или онтологии; (7) развитие понятия происходит за счет его контактов и расширения экстенционала.

В конце Части III автор акцентирует внимание на том, что не только повседневные знания и рассуждения «здравого смысла», но и науки о человеке и обществе преимущественно опираются на идеи, а не на строгие и хорошо определимые понятия. Поэтому возникает естественное стремление рассмотреть строение точно характеризующих идей, представимых как понятия, в результате преобразования (уточнения) этих идей [17]. Примерами таких преобразований служат: методы индуктивного вывода, формализация абдукции как средства принятия гипотез, распознавание эмпирических закономерностей, построение квазиаксиоматических теорий.

Соответственно, в Части IV рассмотрены варианты формализации когнитивных исследований. В ней центральное место занимают проблемы когнитивной истории и когнитивной социологии, в частности, формализации познавательного цикла «анализ данных – предсказание – объяснение» [35].

4. От истории индукции к построению системы рассуждений для поддержки научных исследований

Поддержка продуктивного мышления предполагает построение эвристик на основе прав-

доподобных рассуждений. Среди этих рассуждений ведущее место занимают индуктивные выводы. Заключительные главы книги посвящены историческому экскурсу в философию индуктивизма и методы научной индукции.

В главе «Антииндуктивизм и индуктивизм» вначале рассмотрена философская проблема индукции. Она состоит в том, что данные опыта при любом многократном его повторении могут не иметь рационального объяснения. Поэтому возникло и на протяжении столетий поддерживалось мнение, что индукция не является научным методом рассуждений. Среди наиболее авторитетных противников индуктивизма можно указать Д. Юма и К. П. Поппера. Их возражения сводились к следующим пяти главным тезисам: (1) дедукция – единственный вид научных рассуждений; (2) повторение наблюдаемых эффектов не позволяет установить их причины; (3) нет правил, формализующих порождение индуктивных обобщений; (4) невозможно построить и обосновать эвристики для поддержки догадок; (5) порождение нового знания и эволюция научных теорий происходит в результате проб и ошибок, являющихся универсальной методологической схемой объяснения.

В то же время первые сторонники индуктивизма, начиная с Сократа и Ф. Бэкона, признавали возможность метатеоретического исследования эвристик и способов порождения гипотез, использующих массивы фактов и результаты экспериментов. Ими допускалась возможность формализации рассуждений, включающих индуктивные процедуры, если они сформулированы в виде специальных правил.

Основоположник ДСМ-метода кратко прослеживает основные результаты британской школы индуктивизма от Ф. Бэкона до Дж. Гершеля и Дж. С. Милля [13]. Так Дж. Гершель еще до Д. С. Милля предложил идеи методов сходства, различия, остатков и сопутствующих изменений, которые в «Системе логики» [13] были сформулированы как правила индуктивных выводов, с помощью которых можно порождать рассуждения об эмпирических фактах. По Дж. Гершелю, индукция есть сопоставление и сравнение известных классов предметов и обнаружение их сходства и различия. Если имеется сходство между многими фактами и точное знание о причине одного из этих фактов, то можно предположить, что той же причиной обладают все сходные факты. Это

утверждение можно формализовать как вывод по аналогии. Он также считал, что отрицательные примеры столь же поучительны для открытия причин, как и положительные. Сегодня роль отрицательных примеров считается весьма существенной в распознавании образов и машинном обучении.

Согласно У. Хьюэллу, индукция есть процесс объединения общих истин посредством исследования частных фактов. Обобщения, получаемые в индуктивном процессе, возможны лишь при применении ясных идей, объединяющих факты. Индуктивные истины (результаты индукции) устанавливаются как догадки, которые согласуются с фактами. Отметим, что ряд современных методов обнаружения знаний опираются на формализацию процесса порождения догадок.

Главным предметом индуктивной логики Дж. С. Милля выступают пять индуктивных методов (методы сходства, различия, сходства-различия, остатков и сопутствующих изменений), а также основанные на них правила индуктивных рассуждений.

В последней главе Части IV сформулированы основные идеи Дж. С. Милля об индукции и «логике нравственных наук».

1. Индукция есть вид рассуждений, который посредством установления сходства в опытных данных порождает утверждения об отношениях «причина-следствие» и «следствие-причина».

2. Индуктивные рассуждения образованы путем применения пяти индуктивных методов.

3. Применимость индуктивных методов предполагает отсутствие препятствий – других причин, противодействующих действию кандидатов в причины.

4. Достаточным основанием для принятия заключений индуктивных рассуждений является закон единообразия в природе, устанавливающий связь индукции и причинности.

5. Наиболее достоверным методом индуктивных рассуждений является метод различия.

6. Индуктивные методы есть средства обнаружения эмпирических законов.

7. Индуктивные методы, применяемые к опытным данным, порождают посылки для дедуктивных выводов. Поэтому логика есть наука о рассуждениях, включающих взаимодействие индукции и дедукции.

Следует подчеркнуть, что индукция от Дж. С. Милля до К. Р. Поппера в основном рас-

сматривалась как изолированная проблема исследования индуктивных рассуждений, а не как составная часть построения и формализации системы познавательных эвристик. Однако создание интеллектуальных систем, основанных на представлении знаний, автоматизации рассуждений и аргументации в условиях неопределенности, породило потребность в изучении вариантов взаимодействия познавательных процедур и синтезе разных типов рассуждений.

Предложенный В. К. Финном оригинальный отечественный подход к синтезу и компьютерной реализации правдоподобных рассуждений на основе ДСМ-метода опирается на следующий главный постулат: формализация индукции как познавательной процедуры, соответствующей принципу достаточного основания, возможна лишь в связи с другими процедурами, в частности, с аналогией и абдукцией. Таким образом, ДСМ-рассуждение предполагает взаимодействие трех познавательных процедур: индукция (анализ данных и порождение гипотез о причинах) – аналогия (предсказание) – абдукция (объяснение полученных результатов). Условием применимости ДСМ-метода является наличие в базе данных (фактов) как положительных, так и отрицательных примеров свойств объектов.

5. Роль интеллектуальных систем в становлении информационного общества и развитии междисциплинарного образования

В своем научном творчестве В. К. Финн неоднократно рассматривал взаимосвязи между искусственным интеллектом и общественной жизнью. Так, в 2006 году он опубликовал книгу «Интеллектуальные системы и общество» [36], само название которой перекликается с знаменитой книгой Н. Винера [37]. В его новой книге отдельная часть посвящена проблемам развития знаний и организации образования в период становления информационного общества и интеллектуализации промышленных технологий. В ней он акцентирует внимание на идеях В. И. Вернадского о роли логики в науке [38], особо выделяя его пророческие представления о центральном месте работ Дж. С. Милля и Ч. С. Пирса для формализации недедуктивных выводов.

Хотя во многих разделах книги автор специально оговаривает направленность его научной методологии на совершенствование гуманитарного образования, в целом он не разделяет ортодоксальную позицию В. Дильтея [39] и Г. Риккерта [40] о полном различии между науками о природе, обществе и культуре. Основатель ДСМ-метода убежден в возможности и целесообразности использования строгих формальных методов для организации знаний и обучения в гуманитарных дисциплинах. Но синтез правдоподобных рассуждений имеет первостепенное значение и в технических науках, особенно, в исследовательском (предварительном) проектировании (см. общую теорию проектирования Х. Йошикава [41]). Опыт применения ДСМ-метода в робототехнике [42] также показывает целесообразность его использования в инженерных разработках.

Приводимые ниже «образовательные тезисы» д.т.н. В. К. Финна сегодня актуальны как для гуманитарного, так и для инженерного образования.

Тезис 1. Культура логического мышления – необходимый атрибут интеллекта исследователя, а интуиция есть функция от системы знаний и субъективного мира личности. Игнорирование методов получения новых знаний (в особенности, компьютерно-ориентированных) пагубно как для гуманитариев, так и для инженеров.

Тезис 2. Современное (высшее) образование не может быть профессионально изолированным, а должно быть междисциплинарным, обеспечивать свободу выбора смежных с основной профессией дисциплин, включать дисциплины, реализующие точные рассуждения и средства интеллектуального анализа данных.

Тезис 3. Образование не является «чистой» технологией, оно неотделимо от интеллектуальной и социальной сфер и несводимо к технологическим реконструкциям (например, дистанционным технологиям). Игнорирование этого тезиса приводит к разрушению научно-учебных школ и деградации интеллектуальной элиты.

Тезис 4. Необходимо поддержание как ширины, так и глубины университетского образования. Здесь следует учитывать влияние новых общенаучных парадигм на традиционные науки. Современным вариантом такого влияния служит общая тенденция «когнитивизации» различных наук. Классическими примерами служат когнитивная психология, когнитивная семиотика, когнитивная

информатика и др. [43]. Профессор В. К. Финн также приводит интересные примеры новых когнитивных наук, таких как когнитивная история, когнитивная социология, когнитивная криминалистика, доказательная медицина, связанная с использованием методов интеллектуального анализа данных в клинической медицине.

Тезис 5. «Знание – сила» или «знание – выгода»? Из «знания – сила» следует «знание – выгода» (если человек имеет широкие и глубокие знания, он лучше понимает и легче адаптируется к практическим задачам). А вот из «знания – выгоды» никогда не будет следовать «знание – сила».

Тезис 6. Академические свободы лучше, чем академические несвободы, в том числе, универсальные стандарты (особенно сомнительны те стандарты, которые не опираются на складывавшуюся в продолжение более, чем шести десятилетий, терминологию ИИ).

Тезис 7. В плане расширенного производства и развития знаний в информационном обществе наряду с компьютерной грамотностью требуется существенное повышение общего уровня логической грамотности.

В Главе 2 Части II методы искусственного интеллекта рассматриваются как средство поддержки междисциплинарных исследований и предмет междисциплинарных образовательных программ.

В первую очередь, речь идет о формировании общего поля исследований и развитии дидактической среды на основе системы когнитивных наук. Канонической структурой последней является шестигранник Х. Гарднера [27], объединяющий теорию познания (эпистемологию), нейрофизиологию (и вообще весь комплекс нейронаук), когнитивную и экспериментальную психологию, структурную и когнитивную лингвистику, антропологию, информатику и искусственный интеллект. Позже в состав системы когнитивных наук стали включать и собственно образование.

Сам В. К. Финн полагает, что одной из главных целей такой интеграции является всестороннее изучение продуктивного мышления и его использование для имитации, усиления и автоматизированной поддержки познавательных процессов. Одним из конкретных результатов таких исследований становится создание антропоморфных интеллектуальных роботов. Подобный ИИ-робот расширяет понятие ин-

теллектуальной системы и строится по схеме: ИС + сенсорная подсистема + мехатроника, где связка интеллектуальной системы и «средств очувствления» определяет когнитивное ядро, которое осуществляет взаимодействие с внешней средой, обеспечивающее принятие аргументированных решений и их выполнение мехатронной подсистемой.

Автором книги отмечено, что делом будущего являются проблемы «очеловечивания» ИИ-роботов путем имитации их «эмоциональных» состояний. По сути – это ключевой шаг на пути к отображению субъективного мира личности. В этой области уже имеются важные результаты: *алгебра эмоций* И. Б. Фоминых [44] и ее использование как инструмента сотрудничества, решения прямой и обратной задач *инженерии эмоций* (в смысле А. С. Ющенко) [45] в интересах создания «эмоционального интерфейса» в партнерских системах «человек-робот» [46] и т.д.

Методы представления знаний и формализации рассуждений могут стать удобным междисциплинарным аппаратом для автоматизированной поддержки научных исследований. Основными методами представления знаний являются теория отношений и логика предикатов, онтологии, семантические сети, фреймы, открытые (квазиаксиоматические) теории, а среди нестандартных видов рассуждений выделяются рассуждения, основанные на прецедентах, немонотонные рассуждения, которые учитывают добавление знаний, средства аргументации, реализующие взаимодействие двух ролей – проponenta и оппонента, ДСМ-рассуждения, основанные на синтезе трех познавательных процедур – индукции, аналогии и абдукции, нейронные сети, и пр.

В этом плане, конечно, не вызывает сомнений большой дидактический потенциал ДСМ-метода автоматического порождения гипотез [10, 11] и его приложений, таких как компьютерные интеллектуальные системы для ранней диагностики онкологических заболеваний, анализа социологических данных, прогнозирования токсичности химических соединений, анализа криминалистических данных и т.д. Полученные результаты дают основание утверждать, что ДСМ-метод автоматического порождения гипотез фактически является методом поддержки формирования концепций и теорий с использованием экспериментов и получением эмпирических данных.

В Главе 3 Части II рассмотрены проблемы обучения и применения интеллектуальных систем в гуманитарной сфере. В частности, обращаясь к криминалистике и анализируя как пример «Записки о Шерлоке Холмсе» В. К. Финн показывает, что герой А. Конан Дойла фактически построил интеллектуальную систему раскрытия преступлений на основе синтеза правдоподобных рассуждений. Во-первых, он применял индукцию, выводя на базе множества примеров общие утверждения. Во-вторых, использовались аналогии, когда каждое новое преступление рассматривалось с привлечением имеющегося опыта. В-третьих, принятие гипотез опиралось на методы абдукции, т.е. процедуры объяснения и аргументации. Только после этого частным детективом Холмсом делались дедуктивные выводы.

Отметим, что анализ приемов раскрытия преступлений Шерлоком Холмсом оказался очень выигрышным материалом для семинарских занятий по разделу «Методы рассуждений» в магистерских курсах «Интеллектуальные системы» и «Современная логика и представление знаний», читаемых в МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Заключение

Новая книга профессора В. К. Финна предназначена для специалистов в области ИИ и когнитивных исследований. Она может быть полезной в качестве справочника по философии и методологии искусственного интеллекта, причем ряд определений из книги могут использоваться для адекватной стандартизации в области ИИ. Отдельные разделы могут найти применение при организации эффективной подготовки кадров по ИИ, создании перспективных образовательных программ, связанных с междисциплинарными исследованиями. Материалы книги представляют большой интерес для преподавателей, читающих курсы по логическим основам искусственного интеллекта, включая ДСМ-метод и виды правдоподобных рассуждений. На наш взгляд, важным достоинством этой книги является демонстрация ее автором канонического подхода к построению интеллектуальных систем и технологий: от философско-методологических оснований к логико-математическим методам ИИ, а от них к моделям, эвристикам и прикладным системам

интеллектуального анализа данных и поддержки научных исследований.

Знакомство с фундаментальными и прикладными результатами отечественных научных школ представляет собой необходимое условие выполнения работ в сфере научного наставничества, воспитания нового поколения российских ученых и специалистов в области ИИ и сохранения России на карте мировых научных держав. В июле 2021 года в Научно-технологическом университете «Сириус» (г. Сочи) под эгидой Российской ассоциации искусственного интеллекта пройдет VI летняя школа по искусственному интеллекту для студентов, аспирантов и молодых ученых. Эта школа продолжит традиции международных браславских школ по ИИ конца XX – начала XXI века и тверских летних школ по ИИ начала 2010-х годов. Одним из центральных среди шести направлений школы станет *логика в искусственном интеллекте*. В рамках этого направления преподаватели летней школы 2021 года – ученики и последователи В. К. Финна – будут использовать материалы из книги [1] в лекциях, практических семинарах, при подготовке тем студенческих проектов и выполнении работ по гранту РФФИ №20-37-51002 конкурса "Научное наставничество" в НТУ "Сириус".

Широкое использование идей, методов и результатов профессора В. К. Финна, развитие и расширение географии его научной школы могут стать важным катализатором для формирования новых отечественных «прорывных направлений» в области искусственного интеллекта.

Литература

1. Финн В.К. Интеллект, информационное общество, гуманитарное знание и образование. М.: ЛЕНАНД, 2021.
2. Кант И. Критика чистого разума: Пер. с нем. Т.3. М.: Мысль, 1964.
3. Маккарти Дж., Хейес Р. Дж. Некоторые философские проблемы в задаче построения искусственного интеллекта// Кибернетические проблемы бионики. М.: Мир, 1972. С.40-88.
4. Минский М. На пути к созданию искусственного разума// Вычислительные машины и мышление/ Под ред. Э.Фейгенбаума и Дж.Фельдмана. М.: Мир, 1967. С.402-458.
5. Hoffman A.G. On the Principles of Intelligence// Proceedings of the First World Conference on the Fundamentals for Artificial Intelligence (Paris, France, July 1-5, 1991). Paris: Masson, 1991. P.257-266.
6. Поппер К.Р. Объективное знание. Эволюционный подход: Пер. с англ. М.: Эдиториал УРСС, 2002.
7. Пиаже Ж. Избранные психологические труды: Пер. с франц. и англ. М.: МПА, 1994.
8. Куайн У. Слово и объект: Пер. с англ. М.: Логос, Практикс, 2000.
9. Финн В.К. Искусственный интеллект: методология, применения, философия. М.: КРАСАНД, 2018.
10. Финн В.К. Правдоподобные рассуждения в интеллектуальных системах типа ДСМ// Итоги науки и техники: Сер. Информатика. М.: ВИНТИ. 1990. Т.15. С.17-53.
11. ДСМ-метод автоматического порождения гипотез: логические и эпистемологические основания / Под общ. ред. О.М. Аншакова. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
12. Вертгеймер М. Продуктивное мышление: Пер. с нем. М.: Прогресс, 1987.
13. Милль Д.С. Система логики силлогистической и индуктивной: Пер. с англ. 5-е изд. М.: ЛЕНАНД, 2011.
14. Myhill T. Remarks on Continuity and the Thinking Subject // Problems in the Philosophy of Mathematics/ Ed. by I. Lakatos. Amsterdam: North-Holland, 1967. P.175.
15. Тьюринг А. Может ли машина мыслить? Пер. с англ. М.: ЛЕНАНД, 2016.
16. Gardner H.E. The Mind's New Science: the History of Cognitive Revolution. New York: Basic Books, 1987.
17. Финн В.К. Философские проблемы логики интеллектуальных систем// Новости искусственного интеллекта. 1999. №1. С.36-51.
18. Витгенштейн Л. Логико-философский трактат: Пер. с нем. 2-е изд. М.: Наука, 2009.
19. Васильев Н.А. Воображаемая логика. 2-е изд. М.: Наука, 1989.
20. McCarthy J. The Future of AI –a Manifesto//AI Magazine. 2006. Vol.26. №4.
21. Есенин-Вольпин А.С. Об антитрадиционной (ультраинтуиционистской) программе оснований математики и естественнонаучном мышлении// Семиотика и информатика. 1993. Вып.33. С.13-67.
22. Финн В.К. О проблемах логики естественных наук (комментарий к статье А.С.Есенина-Вольпина)// Семиотика и информатика. 1993. Вып.33. С.68-70.
23. Финн В.К. Об одном варианте логики аргументации// Научно-техническая информация. Сер.2. Информационные системы. 1996. №5-6. С.3-19.
24. Кассирер Э. Опыт о человеке: введение в философию человеческой культуры// Проблема человека в западной философии. М.: Прогресс, 1988. С.3-30.
25. Grzegorzczak A. Rationalism in European Culture (preprint). Warsaw, 1995.
26. Гуссерль Э. Философия как строгая наука: Пер. с нем. Новочеркасск: Сагуна, 1994.
27. Пирс Ч.С. Логика как семиотика: теория знаков // Метафизические исследования: Пер. с англ. Вып.11. Язык. СПб: Алетейя, 1999. С.199-217.
28. Moore J., Newell A. How Can MERLIN Understand?// Knowledge and Cognition. Baltimore: Lawrence Erlbaum Associates, 1973.
29. Simon H. Artificial Intelligence Systems that Understand// Proceedings of the 5th International Joint Conference on Artificial Intelligence. Boston: MIT, 1977. P.1059-1073.
30. Поспелов Д.А. Интеллектуальные интерфейсы для ЭВМ новых поколений// Электронная вычислительная техника. Сборник статей. Вып.3. М.: Радио и связь, 1989. С.4-20.

31. Эко У. Роль читателя: исследования по семиотике текста: Пер. с англ. и итал. СПб.: Симпозиум, 2007.
32. Филлмор Ч. Фреймы и семантика понимания // Новое в зарубежной лингвистике. М.: Прогресс, 1988. С.52-92.
33. Финн В.К. О логико-семиотических проблемах теории понимания текстов // Научно-техническая информация. Сер.2. Информационные системы. 2010. №9. С.1-11.
34. Финн В.К. Стандартные и нестандартные логики аргументации // Логические исследования. Вып.13. М.: Наука, 2006. С.157-189.
35. Михеенкова М.А. Финн В.К. Интеллектуальный анализ данных для проблем когнитивной социологии // Труды XI-й национальной конференции по искусственному интеллекту (Дубна, 28 сентября – 3 октября 2008 г.). Т.2. М.: ИЕНАНД, 2008. С.61-69.
36. Финн В.К. Интеллектуальные системы и общество. Изд.2-е, исправл. и доп. М.: КомКнига, 2006.
37. Винер Н. Кибернетика и общество: Пер. с англ. М.: Тайдекс Ко, 2002.
38. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988.
39. Dilthey W. Selected Works. Vol.1. Introduction to the Human Sciences. Princeton: Princeton University Press, 1991.
40. Риккерт Г. Науки о природе и науки о культуре: Пер. с нем. М.: Республика, 1998.
41. Yoshikawa H. General Design Theory as a Formal Theory of Design// Intelligent CAD 1/ Ed. by H. Yoshikawa, D.Gorsard. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1989. P.51-61.
42. Добрынин Д.А. Динамический ДСМ-метод в задаче управления интеллектуальным роботом// Труды X-й национальной конференции по искусственному интеллекту (Обнинск, 25-28 сентября 2006 г.). Т.2. М.: Физматлит, 2006. С.695-699.
43. Тарасов В.Б. Проблема понимания: настоящее и будущее искусственного интеллекта// Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. Материалы V-й международной научно-технической конференции (OSTIS-2015, Минск, БГУИР, 19-21 февраля 2015 г.). Минск: Изд-во БГУИР, 2015. С.25-42.
44. Фоминых И.Б. Об одном подходе к формализации эмоций// Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов II-го международного научно-практического семинара (ИММВ-2015, Коломна, 15-17 мая 2003 г.). М.: Физматлит, 2003. С.48-53.
45. Ющенко А.С., Кобышев Д.В. Моделирование эмоций в робототехнике с использованием нечёткой логики// Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте. Сборник научных трудов VIII-й международной научно-практической конференции (ИММВ-2015, Коломна, 18-20 мая 2015г.). М.: Физматлит, 2015. С.515-525.
46. Тарасов В.Б. Гибридный интеллект и коллаборативная робототехника: расширенный партнёрский интерфейс в системах «человек-робот»// Мягкие измерения и вычисления. 2020. №4. С.45-67.

Тарасов Валерий Борисович. Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Компьютерные системы автоматизации производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана, заместитель заведующего кафедрой по научной работе. Президент Российской ассоциации нечётких систем и мягких вычислений, член научного совета Российской ассоциации искусственного интеллекта. Области исследований: искусственный интеллект, многозначные и нечёткие логики, теория агентов и многоагентные системы, нечёткие множества, мягкие вычисления, когнитивные измерения. E-mail: Vbulbov@yahoo.com

Philosophy of Artificial Intelligence, System of Cognitive Sciences, Computer-Based Support of Scientific Research and Education

V. B. Tarassov

N. E. Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia
Sirius University of Science and Technology, Sochi, Russia

Abstract. Some notes on the new book by V.K.Finn «Intelligence, Information Society, Humanitarian Knowledge and Education» are presented. A discussion about philosophical and methodological foundations of artificial intelligence (AI) viewed as a pluridisciplinary scientific area is deployed. It is based on Finn's concept of exact epistemology and modified Gardner's hexagon to illustrate the interaction between cognitive sciences. The problems of logical modeling in AI are faced, basic characteristics of modern logics are pointed out. In the framework of unified logical-semiotic approach to the understanding problem in AI, an important role of Finn's three-valued logic and four-valued argumentation logics is shown. The non-Aristotle structures of concepts are examined. In the final section of the paper Finn's «educational theses» are reconsidered and the need in using cognitive heuristics and synthesis of plausible reasoning methods, primarily, the JSM-method, in both humanitarian and engineering sciences is justified.

Keywords: artificial intelligence, partnership system, exact epistemology, logic of sound knowledge, induction, heuristics, synthesis of reasoning, JSM-method, rational anthropology, formal semiotics, productive thinking.

DOI 10.14357/20718594210209

References

1. Finn V.K. Intellekt, informatsionnoye obshestvo, gumanitarnoye znaniye i obrazovaniye [Intelligence, Information Society, Humanitarian Knowledge and Education]. Moscow: Lenand, 2021.
2. Kant I. Critique of Pure Reason. New York: St.Martin's Press, 1965.
3. McCarthy J., Hayes P.J. Some Philosophical Problems from the Standpoint of Artificial Intelligence//Machine Intelligence. Vol 4/ Ed.by B.Meltzer and D.Michie. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1969. P.463-502.
4. Minsky M. Steps Towards Artificial Intelligence// Proc. of the IRE. 1961. Vol.49. P.8-30.
5. Hoffman A.G. On the Principles of Intelligence// Proceedings of the First World Conference on the Fundamentals for Artificial Intelligence (Paris, France, July 1-5, 1991). Paris: Masson, 1991. P.257-266.
6. Popper K.R. Objective Knowledge: An Evolutionary Approach. Revised Edition. London: Clarendon Press, 1979.
7. Piaget J. Psychologie et épistémologie. Paris: Éditions Gonthier, 1970.
8. Quine W.V. From Stimulus to Science. Cambridge: Harvard University Press, 1995.
9. Finn V.K. Iskusstvennyi intellekt: metodologiya, primeneniya, filosofiya [Artificial Intelligence: Methodology, Applications, Philosophy]. Moscow: Krasand, 2011.
10. Finn V.K. Pravdopodobniye rassuzhdeniya v intellektualnykh sistemakh DSM-tipa [Plausible Reasoning in Intelligent Systems of JSM Type]// Itogui nauki i tekhniki, ser. Informatika [Results of Science and Technology: Informatics]. Moscow: VINITI, 1990. Vol.15. P.17-53.
11. DSM-metod avtomaticheskoro porozhdeniya guipotez: logui-cheskiye i epistemologicheskiye osnovaniya [JSM-method of Automatical Generation of Hypotheses: Logical and Epistemological Foundations]. Moscow: LIBROCOM Publ. House, 2009.
12. Vertheimer M. Productive Thinking. New York: Harper & Brothers Publishers, 1954.
13. Mill J.S. A System of Logic. Honolulu: University Press of the Pacific, 2002.
14. Myhill T. Remarks on Continuity and the Thinking Subject // Problems in the Philosophy of Mathematics/ Ed. by I.Lakatos. Amsterdam: North-Holland, 1967. P.175.
15. Turing A.M. Computing Machinery and Intelligence// Mind. 1950. No 59. P.433-460.
16. Gardner H.E. The Mind's New Science: the History of Cognitive Revolution. New York: Basic Books, 1987.
17. Finn V.K. Filosofskiye problemy loguiki intellektualnykh system [Philosophical Problems of Logic for Intelligent Systems// Novosti iskusstvennogo intellekta [Artificial Intelligence News]. 1999. №1. P.36-51.
18. Wittgenstein L. Tractatus Logico-Philosophicus. London: Routledge, 1981.
19. Vasiliev N.A. Voobrazhayemaya loguika [Imaginary Logic]. 2nd ed. Moscow: Nauka, 1989.
20. McCarthy J. The Future of AI –a Manifesto//AI Magazine. 2006. Vol.26, №4.
21. Yessenin-Volpin A.S. Ob antitraditsionnoy(ultra-intuitsionistskoy) programme osnovaniy matematiki i estestvenno-nauchnom myshlenii [On an Antitraditionalist (Ultra-Intuitionistic) Program for Foundations of Mathematics and Natural Sciences Thinking]//Semiotika i informatika [Semiotics and Informatics]. Issue 33. Moscow: VINITI, 1993. P.13-67.
See also: The Ultra-Intuitionistic Criticism and the Antitraditional Program for Foundations of Mathematics// Intuitionism and Proof Theory/Ed.by A.Kino, J.Myhill, R.E.Vesley. Studies in Logic and the Foundations of Mathematics, Amsterdam: North-Holland, 1970. P.3-45.
22. Finn V.K. O problemakh loguiki yestestvennykh nauk [On the Logic of Natural Sciences] (comments to the article of A.S.Yessenin-Volpin)//Semiotika i informatika [Semiotics and Informatics]. Issue 33. Moscow: VINITI, 1993. P.68-70.
23. Finn V.K. Ob odnom variante loguiki argumentatsii [On a Variant of Argumentation Logic]// Nauchno-tehnicheskaya informatsiya. Ser.2. Informatsionniye systemy [Scientific and Technical Information Ser.2. Information Systems]. 1996. №5-6. P.3-19.
24. Cassirer E. The Logic of the Cultural Sciences: Five Studies. New Haven: Yale University Press, 2000.
25. Grzegorzcyk A. Rationalism in European Culture (preprint). Warsaw, 1995.
26. Husserl E. Early Writings in the Philosophy of Logic and Mathematics. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.
27. Peirce Ch.S. Logic as Semiotic: The Theory of Signs// Philosophical Writings of Peirce. New York: Dover Publications, 2011.
28. Moore J., Newell A. How Can MERLIN Understand? // Knowledge and Cognition. Baltimore: Lawrence Erlbaum Associates, 1973.
29. Simon H. Artificial Intelligence Systems that Understand// Proceedings of the 5th International Joint Conference on Artificial Intelligence. Boston: MIT, 1977. P.1059-1073.
30. Поспелов Д.А. Интеллектуальные интерфейсы для ЭВМ новых поколений [Intelligent interfaces for new generation computers]// Electronnaya vychislitel'naya tekhnika. Vypusk 3. [Electronic Computer Engineering. Issue 3]. Moscow: Radio i svyaz, 1989. P.4-20.
31. Eco U. The Role of the Reader: Explorations in the Semiotics of Texts. Bloomington: Indiana University Press, 1979.
32. Fillmore C. Frames and the Semantics of Understanding// Quaderni di Semantica. 1985. No 6. P.222-254.
33. Finn V.K. O loguiko-semioticheskikh problemakh teorii ponimaniya tekstov [On Logico-Semiotic Problems of Texts Understanding Theory]//Nauchno-tehnicheskaya

- informatiya. Ser.2. Informatsionnye systemy [Scientific and Technical Information Ser.2. Information Systems]. 2010. №9. С.1-11.
34. Finn V.K. Standartniye i nestandartniye loguiki argumentatsii I [Standard and Non-Standard Argumentation Logics I]// Logicheskiye issledovaniya, Vypusk 13 [Logical Investigations. Issue.13]. Moscow: Nauka, 2006. P.157-189.
 35. Mikheenkova M.A., Finn V.K. Intellektualniy analiz dannykh dlya problem kognitivnoy sotsiologii [Data Mining for Cognitive Sociology]// Trudy XI natsionalnoy konferentsii po iskusstvennomu intellektu [Proceedings of the XIth National Conference on Artificial Intelligence] (Dubna. September 28–October 3, 2008). Vol.2. Moscow: LENAND, 2008. P.61-69
 36. Finn V.K. Intellektualniye systemy i obschestvo. 2nd ed. [Intelligent Systems and Society]. Moscow: Comkniga, 2006.
 37. Wiener N. The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society. Boston MA: Da Capo Press, 1988.
 38. Vernadsky V.I. Philosophskie mysli naturalista [Philosophical Thoughts of Naturalist]. Moscow: Nauka, 1988.
 39. Dilthey W. Selected Works. Vol.1. Introduction to the Human Sciences. Princeton: Princeton University Press, 1991.
 40. Rickert H. Kulturwissenschaft und naturwissenschaft. Tubingen: J.C.B. Mohr, 1926.
 41. Yoshikawa H. General Design Theory as a Formal Theory of Design// Intelligent CAD 1/ Ed. by H. Yoshikawa, D.Gorsard. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1989. P.51-61.
 42. Dobrynin D.A. Dynamicheskiy DSM-metod v zadache upravleniya intellektualnym robotom [Dynamic JSM-Method in Intelligent Robot Control]// Trudy X natsionalnoy konferentsii po iskusstvennomu intellektu [Proc. of the Xth National Conference on Artificial Intelligence] (Obninsk. September 25-28, 2006 r.). Vol.2. Moscow: Phymathlit, 2006. P.695-699.
 43. Tarassov V.B. Problema ponimaniya: nastoyashee i budushee iskusstvennogo intellekta [The Understanding Problem: the Present and Future of Artificial Intelligence]// Otkrytiye semanticheskoye tekhnologii proektirovaniya intellektualnykh system. Materialy V mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii [Open Semantic Technologies for Intelligent Systems. Proceedings of the 5th International Scientific & Technical Conference] (OSTIS-2015, Minsk, BSUIR, February 19-21, 2015). Minsk: BSUIR Publishers, 2015. P.25-42.
 44. Fominykh I.B. Ob odnom podkhode k formalizatsii emotsiy [On an Approach to Formalizing Emotions]// Integrirovannyye modeli i myagkiye vychisleniya v iskusstvennom intellekte. Sbornik trudov II mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminara. [Integrated Models and Soft Computing in Artificial Intelligence. Proceedings of the 2nd International Scientific & Practical Workshop] (IMSCAI-2003, Kolomna, May 15-17, 2003). Moscow: Phymathlit, 2003. P.48-53.
 45. Yuschenko A.S., Konyshchev D.V. Modelirovaniye emotsiy v robototekhnike s ispolzovaniyem nechetkoy loguiki // Integrirovannyye modeli i myagkiye vychisleniya v iskusstvennom intellekte. Sbornik trudov VIII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Integrated Models and Soft Computing in Artificial Intelligence. Proceedings of the VIIIth International Scientific & Practical Conference] (IMSCAI-2015, Kolomna, May 18-20, 2015). Moscow: Phymathlit, 2015. P.515-525.
 46. Tarassov V.B. Guibridniy intellekt i kollaborativnaya robototekhnika: rasshirennyy partnerskiy interfeis v sistemakh «chelovek-robot» [Hybrid Intelligence and Collaborative Robotics: an Extended Partner Interface in «Human-Robot» Systems]//Myagkiye izmereniya i vychisleniya [Soft Measurements and Computing]. 2020. №4. С.45-67.

Tarassov Valery B. PhD, Associate Professor of CIM Department, Bauman Moscow State Technical University. President of Russian Association for Fuzzy Systems and Soft Computing, member of the scientific council of Russian Association for Artificial Intelligence. Research areas: Artificial Intelligence, Many-Valued and Fuzzy Logics, Agent Theory and Multi-Agent Systems, Fuzzy Sets, Soft Computing, Cognitive Measurements. E-mail: Vbulbov@yahoo.com