

На правах рукописи

ИНОЗЕМЦЕВ Владимир Александрович

**РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ ЗНАНИЯ
В КОМПЬЮТЕРНЫХ И КОГНИТИВНЫХ НАУКАХ**

Специальность: 09.00.08 – Философия науки и техники

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

доктора философских наук


/Иноземцев В.А./

Москва – 2018

Работа выполнена в Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана (национальном исследовательском университете) на кафедре философии.

Официальные оппоненты:	<p>Ивлев Юрий Васильевич Доктор философских наук, профессор кафедры логики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».</p> <p>Канке Виктор Андреевич Доктор философских наук, профессор кафедры философии и социальных наук Обнинского института атомной энергетики - филиала ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».</p> <p>Колин Константин Константинович Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФИЦ «Информатика и управление» РАН.</p>
Ведущая организация:	Московский педагогический государственный университет

Защита диссертации состоится «7» декабря 2018 г. в __:00 на заседании диссертационного совета Д 212.141.12 при Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана (национальном исследовательском университете) по адресу: 105005, Москва, Рубцовская набережная, 2/18, УЛК, ауд.720.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке МГТУ им.Н.Э. Баумана и на сайте www.bmstu.ru.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим высылать по адресу: 105005, Москва, ул.2-я Бауманская, д.5, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.141.12.

Автореферат разослан «___» _____ 2018 года.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат философских наук

 Попова А.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Актуальность исследования определяется в первую очередь необходимостью дальнейшего изучения *проблемного поля знания* в современную эпоху в условиях *информационно-компьютерной революции (цифровой революции)*, следствием которой является *становление и развитие информационного общества*. Оно отличается от предшествующих обществ тем, что информация как средство накопления и сохранения *знания* становится в нем главным стратегическим ресурсом. Данное обстоятельство приводит к появлению термина «*общество, основанное на знаниях*» («the knowledge-based society») или «*общество знаний*» («the knowledge society»).

Проблемное поле знания, которое до середины XX века выступает преимущественно предметом изучения теории познания, с этого момента охватывает другие научные дисциплины. В последние десятилетия знание становится предметом изучения *когнитивных и компьютерных наук*, и междисциплинарного направления научных исследований, получившего название «*искусственный интеллект*» (ИИ).

В знании наряду с содержанием выделяется форма его выражения или представления, которая обозначается посредством понятия «репрезентация». *Репрезентация* как многозначное понятие находит в настоящее время широкое применение в философии, культурологии, когнитивных науках, компьютерных науках, семиотике и означает представление одного объекта посредством другого объекта. Из указанных научных дисциплин понятие репрезентации первоначально утверждается в 1950 - 1970-е годы в когнитивных науках, которые занимаются исследованием структур и процессов познавательной деятельности. В состав когнитивных наук входят когнитивная психология, когнитивная лингвистика, когнитивная психолингвистика и иные дисциплины, изучающие познавательную деятельность в целом и репрезентации в частности. Под понятием «репрезентация» в когнитивных науках обычно понимают ментальные репрезентации, посредством которых происходит кодирование и накопление сенсорной информации в мозге.

Термин «репрезентация» из когнитивных наук переходит в 1970-е годы в компьютерные науки и в исследования в области ИИ, где на его основе формируется новое понятие - «*репрезентация знания*». В этих научных дисциплинах это понятие используется для представления в памяти компьютеров так называемых «*компьютерных знаний*». Понятием «*компьютерные знания*» в ИИ обозначают совокупность утверждений об объектах предметных областей, их свойствах, отношениях, событиях, процессах и закономерностях

структуры и функционирования этих областей, а также правил вывода одних утверждений из других. В диссертации автор пользуется понятием «компьютерные знания» в характерном для теории ИИ понимании в силу его широчайшего распространения в этом междисциплинарном направлении исследований, хотя этот термин не совсем привычен для философов и не всегда ими принимается. Компьютерные знания в ИИ включают как субъективированные знания экспертов, так и объективированные знания, которые содержатся в различных документах и естественно-языковых текстах. Компьютерные знания кодифицируются, формализуются и запечатлеваются в знаковых системах, характерных для ИИ (компьютерные модели и программы, языки программирования).

В последние десятилетия в связи с революцией в области компьютерной техники и информационных технологий, развитием компьютерных наук и теории ИИ происходят перманентные изменения и радикальные трансформации в способах производства, хранения, приобретения, использования и трансляции компьютерных знаний, а также в характере рефлексии над этими знаниями. Эти трансформации отражаются в разработке банков знаний и баз знаний, создании средств репрезентации и манипулирования знаниями, появлении инженерии знаний, а также в понимании разработчиками систем ИИ своей деятельности, как работы с компьютерными знаниями.

Наконец, в 1980-е годы понятие «репрезентация знания» начинает использоваться и в философии. Под концептом *«репрезентация знания»* в современной философии понимают представление результатов многообразных форм познавательной деятельности, которые имеют различную природу. Эти результаты кодифицируются и запечатлеваются в знаковых системах с помощью таких посредников как естественные и искусственные языки, модели, логические и математические системы, языки программирования. Изучение феномена *репрезентации знания* в указанном понимании предполагает выяснение того, посредством каких логических и языковых структур и в каких формах знание представляется в знаковых системах вообще и в языках в частности, а также о том, какие в этих знаковых системах имеются способы репрезентации знания.

В 1970-е годы, когда в ИИ-исследованиях начинает применяться понятие *«репрезентация знания»*, происходит осознание *проблемы компьютерной репрезентации знания*. *Сущность* этой проблемы состоит в несоответствии между имеющимся у экспертов неформализованным знанием о закономерностях структуры и функционирования предметных областей действительности, а также используемым экспертами неформализованным и субъективированным знанием о методах решения сложных интеллектуальных задач, с одной стороны. И, с другой стороны, необходимостью фиксации, кодификации, формализации этого неформализованного знания и запечатлении его в памяти компьютеров

посредством знаковых систем (компьютерных моделей, программ и языков программирования) уже в виде компьютерных знаний. Проблема компьютерной репрезентации знания способствует созданию *концепций компьютерной репрезентации знания (логической, сетевой, фреймовой)*, каждая из которых реализует соответствующую форму компьютерной репрезентации и включает совокупность *моделей и языков компьютерной репрезентации знания*.

Проблема компьютерной репрезентации знания представляет собой современный когнитивный и технический вариант *общей проблемы репрезентации знания*. *Сущность общей проблемы репрезентации знания* состоит в несоответствии между наличием неформализованного (содержательного компонента) знания о мире, которое имеется у каждого субъекта познавательной деятельности, с одной стороны, и необходимостью формализации и представлении этого знания с помощью знаковых (языковых, математических, логических) систем, с другой стороны. Вплоть до недавнего времени общая проблема репрезентации знания была в тени других более значимых философских проблем, и анализу подвергались отдельные аспекты этой проблемы.

Важным обстоятельством, определяющим актуальность темы исследования, является отсутствие единого теоретического осмысления изучаемой в работе проблематики при выраженной тенденции к интеграции различных способов репрезентации знания в философии, когнитивных и компьютерных науках, включая теорию ИИ.

Актуальность работы обуславливается также неклассическим и постнеклассическим характером компьютерных и когнитивных наук, что приводит автора к необходимости разработки нового методологического инструментария, адекватного современному этапу анализа взаимодействия науки, техники и технологий.

Полученные в диссертации результаты актуализируют интерес к такому современному направлению научно-технической деятельности, которое еще не получило должного внимания со стороны философского сообщества. Все указанные направления разработки способствуют актуализации исследования проблемы репрезентации знания средствами современной философии.

Вместе с тем, проблемное поле знания и его репрезентации в современной науке является достаточно обширным для диссертационного исследования. Поэтому в работе фокусируется внимание на наиболее существенных и эвристически важных аспектах проблемы репрезентации знания. В диссертации осуществляется философско-методологическое осмысление парадигмальных установок проблемы репрезентации знания в компьютерных и когнитивных науках, а также концептуальное включение данной проблемы в современные эпистемологические и методологические исследования.

Степень разработанности проблемы

В большинстве философских систем вплоть до последних десятилетий XX века понятие репрезентации знания не имеет чётко выраженного категориального статуса, а проблема репрезентации знания, к сожалению, обычно не артикулируется в философской литературе вплоть до 1980-х годов. Складывается парадоксальная ситуация. С одной стороны, феномен репрезентации знания обширен, сложен, и потребуются немало времени для его изучения. С другой стороны, в философских работах до настоящего времени не ставится задача комплексного философско-методологического анализа этого феномена и связанной с ним проблемы репрезентации знания, а также исследования взаимосвязей этой проблемы с другими философскими проблемами и категориями. Проблема репрезентации знания и такая ее разновидность как проблема компьютерной репрезентации знания приобретает самостоятельность и актуализируется в последние десятилетия в связи с интенсивным развитием компьютерных и когнитивных наук.

Весь существующий в настоящее время спектр направлений разработки проблемы репрезентации знания можно подразделить на следующие направления: *направление разработки проблемы репрезентации знания в философии* (точнее в историко-философской традиции); *направление разработки проблемы репрезентации знания в когнитивных науках*; *направление разработки проблемы репрезентации знания в компьютерных науках и в ИИ*. Каждое из них имеет свою специфику, взаимодействует с идеями, проблемами и концепциями из познавательного репертуара своих научных дисциплин. Охарактеризуем каждое из этих направлений.

Философское направление разработки проблемы репрезентации знания интерпретирует данную проблему в историко-философской традиции, как объект философско-методологического исследования. В рамках философского направления разработки репрезентации знания происходит обращение к анализу становления и развития учений философской репрезентации знания, представляющих собой различные варианты решения общей проблемы репрезентации знания, которая выявляется в контексте эпистемологических концепций, начиная с античности и заканчивая современными философскими системами. В философии обращение к анализу проблемы репрезентации знания в том или ином виде можно обнаружить в трудах Платона, Аристотеля, средневековых схоластов, Р. Декарта, Б. Спинозы, Г.В.Ф. Лейбница, Л. Витгенштейна, К. Поппера и других мыслителей.

В когнитивных и компьютерных науках, включая ИИ, попытка решения проблемы репрезентации знания предпринимается с конца 1960-х годов. Вместе с тем, несмотря на разнообразие предложенных подходов, в этих научных дисциплинах нет единства и целостности в решении

проблемы репрезентации знания. В большинстве случаев проводится разработка отдельных сторон данной проблемы.

Направление разработки проблемы репрезентации знания в когнитивных науках занимается анализом указанной проблемы в когнитивной психологии, когнитивной лингвистике, когнитивной психолингвистике, эволюционной теории познания, экологической эпистемологии начиная с конца 1950-х годов. В когнитивных науках проблема репрезентации знания изучается в работах таких зарубежных авторов как Г. Бейтсон, Дж. Брунер, Ф. Варела, М. Веккер, Дж. Гибсон, Д. Дойч, Д. Кэмпбелл, К. Лоренц, У. Матурана, У. Найссер, К. Поппер, Р. Солсо, Н. Хомски, Ч. Филлмор, Г. Фоллмер, Р. Шенк и многие другие. Эта проблема исследуется также в работах отечественных авторов Н.Д. Арутюновой, О.Е. Баксанского, В.Г. Белянина, А.В. Брушлинского, Б.М. Величковского, В.З. Демьянкова, А.А. Залевской, Л.В. Калашниковой, Е.С. Кубряковой, А.Р. Лурии, С.С. Магазова, И.П. Меркулова и многих других. Концепция фреймов, разработанная в середине 1970-х годов М. Минским в рамках когнитивных наук, находит впоследствии широкое применение в компьютерных науках. Близкая фреймовой концепция «сценариев» создается примерно в это же время Р. Абельсоном и Р. Шенком.

Третье, наиболее значительное направление *разработки проблемы репрезентации знания – разработки ее в компьютерных науках и в ИИ* - обращается к анализу проблемы компьютерной репрезентации знания. Направление разработки проблемы репрезентации знания в компьютерных науках и в ИИ занимается изучением важнейших концепций компьютерной репрезентации знания (логической, сетевой и фреймовой). Эти концепции представляют собой различные, разработанные в последние десятилетия в компьютерных науках и в ИИ, способы решения проблемы компьютерной репрезентации знания. Один из основных акцентов при изучении репрезентации знания в компьютерных науках и в ИИ в диссертационной работе делается на философско-методологическом осмыслении возникновения и развития концепций компьютерной репрезентации знания. Исследование репрезентации знания в компьютерных науках и в ИИ является приоритетным в диссертации.

Проблема соотношения информации и знания являлась предметом исследований многих отечественных и зарубежных ученых, включая Б.В. Бирюкова, Т. Винограда, Д.И. Дубровского, И.Т. Касавина, В.А. Лекторского, Л.А.Микешину, А. Ньюэлла, М.Ю. Опенкова, З. Пилишина, А.И. Ракитова, Я. Хинтикку, Ю.А. Шрейдера и других.

Становление и развитие информационного общества - общества, основанного на знаниях - раскрывается в трудах Д. Белла, В.Г. Горохова, М. Кастельса, М. Маклюэна, Й. Масуды, И.С. Мелюхина, В.В. Печенкина, А.И. Ракитова, Э. Тоффлера, А.Д. Урсула и других отечественных и зарубежных авторов.

Философские проблемы искусственного интеллекта (ИИ), ключевыми среди которых являются эпистемологические проблемы во главе с проблемой компьютерной репрезентации знания, изучаются в работах таких отечественных исследователей как И.Ю. Алексеева, Б.В. Бирюков, Л.Т. Кузин, Е.А. Никитина, Д.А. Поспелов, С.М. Шалютин, Ю.А. Шрейдер и другие. Эти проблемы анализируются также такими зарубежными авторами как М. Арбиб, М. Боден, Дж. Вейценбаум, Д. Деннет, Х. Дрейфус, М. Джонсон, А. Ньюэлл, З. Пилишин, Х. Патнем, Дж. Сёрл, Дж. Хогеланд и многие другие.

Основоположниками таких научных дисциплин как информатика и кибернетика по праву считаются А. Тьюринг, Н. Винер, К. Шеннон и Дж. фон Нейман. Пионером исследований в области искусственного интеллекта, введшим в середине 1950-х годов в лексикон сам этот термин является Дж. Маккарти. Разработка теоретических и прикладных проблем искусственного интеллекта и компьютерной репрезентации знания предпринимается Т. Виноградом, Э. Коддом, М. Квиллианом, Р. Ковальски, Дж. Люгером, С.Ю. Масловым, Н. Нильсоном, Д.А. Поспеловым, Дж. Робинсоном, Ф. Розенблаттом, Н. Руссопулосом, Г. Скрэггом, Т. Хендриксом, В.К. Финном, Л. Шубертом и многими другими исследователями.

Ведущими в рамках эпистемологического содержания искусственного интеллекта (ИИ) являются исследования по инженерии знаний и экспертным системам. К числу значительных результатов, полученных специалистами в этой области, относятся результаты таких авторов, как П. Джексон, Дж. Кац, М. Кумбс, Д. Марр, М. Минский, Н. Нильсон, А. Ньюэлл, С. Пейперт, Э.В. Попов, Д.А. Поспелов, П. Уинстон, Д. Уотермен, Э. Фейгенбаум, Р. Шенк, Дж. Элти и других.

В качестве наиболее значимых работ в современной эпистемологии (постнеклассической по преимуществу), следует отметить труды В.А. Лекторского, И.П. Меркулова, А.И. Ракитова, В.С. Степина. Анализ научного и технического знания в рамках современной философии науки и теории познания осуществляется также в работах В.Г. Горохова, В.В. Ильина, Е.А. Мамчур, А.П. Огурцова, М.А. Розова, Г.И. Рузавина, В.С. Швырева и других исследователей.

Философские основания научного знания и структура современной науки детально изучаются такими авторами, как С.А. Лебедев, А.Л. Никифоров, В.С. Степин и другие. Наконец, философско-методологический анализ принципов и методов моделирования (в том числе математического, кибернетического, информационного, логико-лингвистического) предпринимается в исследованиях Б.В. Бирюкова, М. Вартофского, Ю.А. Гастева, Н.Н. Моисеева, Я.Г. Неуймина, Д.А. Поспелова, Г.И. Рузавина, А.И. Уемова, Р. Шеннона, В.А.Штоффа и многих других.

Объект исследования - представление различных видов знания с помощью знаковых систем в современной науке.

Предмет диссертационного исследования - репрезентация знания в компьютерных науках, когнитивистике и искусственном интеллекте и его эпистемологический статус.

Цель и задачи исследования

Целью данного диссертационного исследования является разработка концепций *репрезентологии, компьютерной эпистемологии и эпистемологии искусственного интеллекта (ИИ-эпистемологии)*. В этих концепциях осуществляется комплексное философско-методологическое исследование проблемы репрезентации знания и путей её решения в когнитивных и компьютерных науках, включая искусственный интеллект.

В соответствии с целью диссертационного исследования в работе ставятся и решаются следующие **задачи**:

- раскрыть сущность проблемы репрезентации знания; ввести в употребление термин «репрезентология», который служит для обозначения концепций, изучающих способы решения указанной проблемы в эпистемологии, когнитивных и компьютерных науках; выделить и изучить дискурсивный и инженерный подходы к исследованию и репрезентации знания;

- выявить специфику проблемы компьютерной репрезентации знания; установить различие эпистемологического содержания искусственного интеллекта (ИИ) в узком смысле и эпистемологического содержания искусственного интеллекта (ИИ) в широком смысле;

- определить предметы, проблематику и основные идеи философской, когнитивной и компьютерной репрезентологии;

- обосновать концепцию философской репрезентологии, в которой исследуются генезис и эволюция общей проблемы репрезентации знания в историко-философской традиции;

- установить специфику и способы решения проблемы репрезентации знания в когнитивных науках;

- разработать концепцию компьютерной репрезентологии, в которой изучается специфика, генезис и эволюция, а также важнейшие способы решения проблемы компьютерной репрезентации знания, воплотившиеся в разработке логической, сетевой и фреймовой концепций компьютерной репрезентации знания;

- создать концепцию компьютерной эпистемологии посредством определения идей, установок и принципов новой эпистемологической парадигмы, методологии исследования и репрезентации знания в компьютерных науках;

- провести реконструкцию генезиса и эволюции проблемы компьютерной репрезентации знания в информатике и ИИ; рассмотреть компьютерные знания в ИИ как объект компьютерного моделирования;

- разработать концепцию эпистемологии искусственного интеллекта (ИИ-эпистемологии), в рамках которой раскрыть эпистемологические проблемы искусственного интеллекта (ИИ), включая проблему компьютерной репрезентации знания.

Теоретические и методологические основы исследования

Для реализации цели и решения задач в диссертационном исследовании используется комплексная стратегия, необходимость которой детерминируется многоплановостью проблематики репрезентации знания и неоднозначностью её толкования в различных научных дисциплинах. Междисциплинарный статус данной проблемы требует соединения в методологии и в категориальном аппарате диссертации идей, методов и категорий, разработанных как в философии (философия науки и техники, эпистемология), так и в других науках, имеющих отношение к проблематике репрезентации знания. В связи с этим в работе используются также концепции логики, кибернетики, компьютерных и когнитивных наук, ИИ, психологии, семиотики и труды представителей указанных научных и технических дисциплин.

Теоретическую основу диссертации образуют, во-первых, работы по философским основаниям современного научного и технического знания (В.Г. Горохов, Т. Кун, И. Лакатос, С.А. Лебедев, В.С. Степин и другие). Во-вторых, исследования по философии информационного общества и философским аспектам развития информационных технологий (Д. Белл, М. Кастельс, А.И. Ракитов, Э. Тоффлер и другие). В-третьих, труды по философским и прикладным проблемам ИИ и инженерии знаний (И.А. Алексеева, Б.В. Бирюков, М. Минский, Д.А. Поспелов и другие). В-четвертых, работы по философско-методологическим аспектам моделирования, в том числе компьютерного моделирования (М. Вартофский, Д.А. Поспелов, Г.И. Рузавин, А.И. Уемов и другие).

В качестве методологической основы диссертационного исследования используются системный, междисциплинарный, семиотический, когнитивный и информационный подходы. В работе используются принципы развития, объективности, историзма, детерминизма. В исследовании применяются общенаучные и философские методы, логические методы, метод компаративного анализа, метод теоретического моделирования, методы философской рефлексии.

Диссертация опирается на значительный объем философской, психологической, логико-методологической, технической и иной специальной литературы по теме исследования. Разнообразие анализируемых источников связано с их принадлежностью: 1) к различным научным дисциплинам, что позволяет рассмотреть многоаспектность проблематики репрезентации знания; 2) к широкому временному спектру, дающему возможность проследить развитие исследований по данной проблематике.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

Разработаны концепции *философской, когнитивной и компьютерной репрезентологии, компьютерной эпистемологии и эпистемологии искусственного интеллекта*. В них определяется специфика и способы решения проблемы репрезентации знания в философии, когнитивных и компьютерных науках и искусственном интеллекте (ИИ).

В рамках указанных концепций получены новые научные результаты:

1. Раскрыта *сущность проблемы репрезентации знания*. Введён в философию термин «*репрезентология*», который используется для обозначения концепций, изучающих специфику и способы решения указанной проблемы в философии, когнитивных и компьютерных науках. Выделены и изучены *дискурсивный и инженерный подходы к репрезентации знания*.

2. Выявлена специфика *проблемы компьютерной репрезентации знания*. Установлено различие *эпистемологического содержания искусственного интеллекта (ИИ) в узком смысле и эпистемологического содержания искусственного интеллекта (ИИ) в широком смысле*.

3. Определены предметы, проблематика и основные идеи *философской, когнитивной и компьютерной репрезентологии*.

4. Разработаны основы *концепции философской репрезентологии*. В этой концепции проведено исследование *генезиса и эволюции проблемы репрезентации знания в историко-философской традиции*, а также важнейших способов решения этой проблемы, предпринятых в различных философских учениях.

5. Сформулированы основы *концепции когнитивной репрезентологии*, в которой определена специфика, содержание и пути решения *проблемы репрезентации знания в когнитивных науках* (когнитивной психологии, когнитивной лингвистике, когнитивной психолингвистике, эволюционной теории познания и других).

6. Обоснована *концепция компьютерной репрезентологии*. В компьютерной репрезентологии установлена специфика и способы решения *проблемы репрезентации знания в компьютерных науках и ИИ*, которые реализуются в данных научных дисциплинах посредством разработки в них *концепций компьютерной репрезентации знания (логической, сетевой, фреймовой)*.

7. Разработана *концепция компьютерной эпистемологии*. В качестве важнейшего фактора становления новой эпистемологической парадигмы, а также формирования методологии исследования и репрезентации знания в современной науке (на примере компьютерных наук и ИИ) в диссертации выявлена *информационно-компьютерная революция*.

8. Раскрыт *генезис и эволюция проблемы компьютерной репрезентации знания в информатике и ИИ*. Осуществлена реконструкция

становления и развития компьютерных данных и компьютерных знаний, выявлено формирование из компьютерных данных компьютерных знаний. Определена специфика *компьютерного моделирования*. Компьютерные знания в ИИ рассмотрены как объект компьютерного моделирования.

9. Разработана *концепция ИИ-эпистемологии*, в рамках которой выявлен круг проблем, составляющих эпистемологическое содержание искусственного интеллекта (ИИ), в том числе проблема компьютерной репрезентации знания. В качестве способов реализации проблем эпистемологического содержания ИИ выявлены и описаны *концепции инженерии знаний*, образованные совокупностями соответствующих моделей, языков методов, технических и программных средств.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. *Проблема репрезентации знания* приобретает роль автономного и самостоятельного объекта философской рефлексии в последние десятилетия. Ее концептуальное оформление в 1960 - 1970 годы вызывается интенсивным развитием компьютерных наук и ИИ, и формированием в них *проблемы компьютерной репрезентации знания*. Термин «репрезентация знания» используется в указанный период в компьютерных науках для фиксации такого компьютерного способа представления информации как компьютерные знания, которые надстраиваются над компьютерными данными. Одновременно этот термин входит в философский и общенаучный лексикон для обозначения любых способов представления результатов познавательной деятельности посредством использования знаковых систем.

В качестве основополагающих подходов к исследованию знания в диссертации выделяются дискурсивный и инженерный подходы. В центре внимания *дискурсивного подхода к исследованию знания* оказываются проблемы сущности знания, способов его бытия, истинности знания, его структурной организации, соотношения личностных знаний отдельных индивидов и внеличного объективированного знания. *Инженерный подход к исследованию знания* обращается к решению инструментально-технологических проблем приобретения, репрезентации, обработки и трансляции знания, на анализе методов работы со знаниями.

Каждый из названных подходов к исследованию знания может быть распространен и на соответствующие подходы к репрезентации знания. В связи с этим можно говорить о *дискурсивном и инженерном подходах к исследованию и репрезентации знания*. Инженерный подход к исследованию и репрезентации знания остается до середины XX века в тени дискурсивного подхода. Расцвет инженерного подхода, приходящийся на 1960-е - 1980-е годы, детерминируется стремительным совершенствованием средств компьютерной техники и развитием интеллектуальных информационных технологий в условиях информационно-компьютерной революции. Инженерный подход

предполагает конструирование и использование с помощью технических средств таких знаковых систем, посредством которых компьютерные знания в системах ИИ приобретаются, репрезентируются, транслируются, пополняются, обобщаются, а также осуществляется вывод на этих знаниях.

2. В процессе развития компьютерных наук и интеллектуальных технологий проблема репрезентации знания приобретает четкие технические параметры, конкретизируется и оформляется в виде *проблемы компьютерной репрезентации знания*. Проблема компьютерной репрезентации знания представляет собой современный, предпринимаемый в рамках инженерного подхода к исследованию знания, технический вариант проблемы репрезентации знания. Различными способами решения проблемы компьютерной репрезентации знания в ИИ становятся концепции компьютерной репрезентации знания (логическая, сетевая, фреймовая), каждая из которых представляет собой знаковые системы, включающие совокупность компьютерных моделей репрезентации знания о предметных областях действительности, и соответствующих этим моделям языковых и логических средств.

Проблема компьютерной репрезентации знания образует ядро *эпистемологического содержания искусственного интеллекта (ИИ)*, которое представляет собой совокупность идей, относящихся к проблемному полю знания в ИИ. Это эпистемологическое содержание связано с трансформацией в способах производства компьютерных знаний, их фиксацией, обработкой, трансляцией и использованием. Появление эпистемологического содержания ИИ вызывается интенсивным развитием и применением интеллектуальных и других современных информационных технологий, а также рефлексией над компьютерными знаниями. В эпистемологическое содержание ИИ входят такие разделы ИИ-исследований, как манипулирование знаниями, их пополнение, обобщение и классификация, приобретение знаний, компьютерное восприятие, компьютерное понимание.

Следует различать эпистемологическое содержание ИИ в широком и в узком смысле слова. Под *эпистемологическим содержанием ИИ в узком смысле слова* понимается совокупность эпистемологических идей, проблем и способов их решения, которые предлагаются в таких разделах ИИ-исследований как компьютерная репрезентация знания и манипулирование знаниями. Посредством последнего термина обозначается такой раздел ИИ, в котором осуществляется изучение различных способов рассуждений и выводов одних компьютерных знаний из других. *Эпистемологическое содержание ИИ в широком смысле слова* образуют эпистемологические проблемы и пути их решения, которые характерны для концепций инженерии знаний, исследующих наряду с компьютерной репрезентацией знания и манипулированием знаниями,

также приобретение знаний, их классификацию, пополнение и обобщение, компьютерное восприятие и компьютерное понимание.

3. Результатом философско-методологической рефлексии над проблемой репрезентации знания становится разработка в диссертации концепций, в названии которых присутствует термин «репрезентология». Под этим термином понимается совокупность концепций, исследующих проблему репрезентации знания в философии, когнитивных и компьютерных науках, включая ИИ. В диссертации выделяются в составе репрезентологии разделы *философской репрезентологии*, *когнитивной репрезентологии* и *компьютерной репрезентологии*. Понятие репрезентологии наполняется содержанием при изучении взаимосвязей философской методологии и эпистемологии с методологией компьютерных и когнитивных наук.

Объект исследования в репрезентологии - система современного научного знания. *Предметом репрезентологии* (включая философскую, когнитивную и компьютерную репрезентологию) является репрезентация научного знания как сложноструктурированного феномена и выяснение его эпистемологического статуса. Основные задачи указанных разделов репрезентологии - исследование специфики и путей решения проблемы репрезентации знания в соответствующих научных дисциплинах и междисциплинарных направлениях исследований. Концепции философской, когнитивной и компьютерной репрезентологии отличаются как от когнитивных и компьютерных наук, так и от традиционной гносеологии. Вместе с тем они близки им и тесно с ними взаимодействуют. Это науки о репрезентации знания, в том числе и компьютерного знания.

Перед разделами репрезентологии встают проблемы: выявления специфики репрезентации знания в философии, компьютерных науках и ИИ, когнитивных науках; репрезентации стандартизированных форм знания, воплощённых в естественно-языковых текстах; репрезентации форм человеческого знания как неявного, невербализуемого, личностного и субъективированного знания в экспертных системах. Это также проблемы генезиса и эволюции философских учений репрезентации знания; репрезентации знания в когнитивных науках; компьютерной репрезентации знания. В содержательном плане репрезентология, когнитивные и компьютерные науки, включая ИИ и инженерию знаний, оказываются теснейшим образом взаимосвязанными.

4. *Концепция философской репрезентологии* представляет собой концепцию, которая изучает общую проблему репрезентации знания, заключающуюся в анализе различных способов представления информации посредством использования знаковых систем, в философской традиции, как объект философско-методологического исследования. Эта концепция охватывает круг проблем, связанных преимущественно с дискурсивным и отчасти с инженерным подходом к исследованию и

репрезентации знания. Философская репрезентология изучает становление и развитие учений философской репрезентации знания, представляющих собой различные варианты решения общей проблемы репрезентации знания, которая вычленяется в общем контексте эпистемологических концепций от античности до современности.

5. В *концепции когнитивной репрезентологии* изучаются идеи, связанные с репрезентацией знания в когнитивных науках. Некоторые из этих идей оказывают заметное влияние на формирование концепций компьютерной репрезентации знания. В когнитивной репрезентологии используются как дискурсивный, так и инженерный подходы к исследованию и репрезентации знания.

6. Проблема компьютерной репрезентации знания становится объектом изучения в *концепции компьютерной репрезентологии*. Она предстаёт разделом разрабатываемых в диссертации концепций *компьютерной эпистемологии* и *эпистемологии искусственного интеллекта (ИИ-эпистемологии)*.

В *компьютерной репрезентологии* исследуются важнейшие *концепции компьютерной репрезентации знания* (логическая, сетевая, фреймовая). Эти концепции составляют ядро эпистемологического содержания ИИ. Под концепциями компьютерной репрезентации знания понимаются совокупности компьютерных моделей репрезентации знания о предметных областях действительности, и соответствующие этим моделям языковые и логические средства. В основе компьютерной репрезентологии лежит инженерный подход к исследованию и репрезентации знания.

7. В *компьютерной эпистемологии* исследуются проблемы осмысления сущности информации; изучения механизмов хранения, трансляции и приобретения информации в компьютерных системах (в том числе компьютерных знаний); анализа концепций инженерии знаний; и ряд других. В компьютерной эпистемологии изучается возникновение, развитие и специфика компьютерных данных и компьютерных знаний; формирование из компьютерных данных компьютерных знаний.

В качестве важнейшего фактора становления новой эпистемологической парадигмы, а также формирования методологии исследования и репрезентации знания в современной науке (на примере компьютерных наук и ИИ) в диссертации рассматривается *информационно-компьютерная революция*. Наиболее существенным результатом информационно-компьютерной революции становится разработка интеллектуальных информационных технологий. Такие технологии объединяют различные артефакты (интеллектуальные компьютерные системы, интеллектуальные программы, системы репрезентации знаний и т.д.), которые создают технические устройства, применяемые для осуществления деятельности, аналогичной мыслительной деятельности людей.

8. В компьютерной репрезентологии и компьютерной эпистемологии изучается *генезис и эволюция проблемы компьютерной репрезентации знания*. В качестве факторов, обусловивших этот процесс, выделяются две основные линии развития компьютерных систем: совершенствование систем компьютерных данных и эволюция алгоритмических языков программирования. При этом обе линии переплетаются между собой, и их достаточно трудно разделить.

Специфика *компьютерного моделирования* заключается в том, что оно представляет собой техническую реализацию синтетических форм математического и логико-лингвистического моделирования. Объектом компьютерного моделирования знания является как объективированное, внеличностное знание, так индивидуальное, субъективированное личностное знание, зафиксированное в экспертных системах.

9. Совершенствование интеллектуальных информационных технологий приводит к возникновению круга проблем и идей, относящихся к новому разделу эпистемологии, названному в диссертации *ИИ-эпистемологией (эпистемологией искусственного интеллекта)*, которая представляет собой раздел компьютерной эпистемологии. ИИ-эпистемология изучает компьютерные знания с позиций репрезентации, трансформации и трансляции информации, и превращения этой информации в компьютерные знания. Данная концепция обращается к анализу новых эпистемологических проблем, в том числе проблем репрезентации, манипулирования, приобретения, пополнения, классификации компьютерных знаний, проблем компьютерного восприятия и компьютерного понимания.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Значимость работы заключается в возможности использовании её результатов для решения актуальных проблем философии науки и техники. Подход к изучению репрезентации знания в когнитивных и компьютерных науках и в ИИ, предлагаемый в диссертационном исследовании, является определенным вкладом в разработку философии науки и техники, методологии научного познания, в том числе информационно-коммуникативных процессов техногенной цивилизации, эпистемологии, социальной философии.

Положения диссертации могут служить теоретической и методологической основой эпистемологических и логических исследований проблематики репрезентации знания и способов ее решения в различных научных дисциплинах. Результаты исследования могут представлять интерес для дальнейшего изучения репрезентации знания в компьютерных и когнитивных науках, ИИ.

Полученные в работе результаты можно использовать в преподавании эпистемологии, методологии научного познания, философии науки и техники и других философских дисциплин.

Достоверность полученных результатов

Достоверность и обоснованность результатов, полученных диссертантом, обуславливаются глубоким комплексным анализом большого количества первоисточников, внимательным изучением разнообразной научно-исследовательской литературы по избранной теме. Основные результаты исследования отражены в научных монографиях и других публикациях автора. Апробация полученных результатов осуществлена на научных конференциях и семинарах.

Апробация диссертационной работы

Результаты исследования докладывались: на международной научной конференции «Социальные действия в переходный период» (Минск, 1991); 9-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: Н. Винер» (Минск, 1994); 10-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: А.С. Попов» (Минск, 1995); на 11-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: Декарт и Лейбниц» (Минск, 1996); на международной научной конференции «Методы современной коммуникации» (Москва, 2002); на международной научной конференции «Информация, коммуникация, общество» (СПб., 2002); на международной научной конференции «Приоритеты мировой интеллектуальной элиты в развитии мировой цивилизации» (Минск, 2002); на 17-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: Леонардо да Винчи» (Минск, 2002); на международной научной конференции «Становление информационного общества в России: философские, политические и социокультурные проблемы» (Москва, 2003); на международной научной конференции «Философия искусственного интеллекта» (Москва, 2005); на IV Российском философском конгрессе (Москва, 2005); на 21 Международной конференции чтениях «Великие преобразователи естествознания: М.Планк» (Минск, 2006); II всероссийской научной конференции «Психология сознания: современное состояние и перспективы» (Самара, 2011); на 13-ой Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2013 года: экологические проблемы XXI века» (Минск, 2013); на международной научной конференции «Философия и ценности современной культуры» (Минск, 2014); на VII Российском философском конгрессе (Уфа, 2015); на 15-ой международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века» (Минск, 2015) Всероссийской научной конференции международным участием «Человек и общество в контексте современности» (Москва, 2017).

Основные положения диссертационного исследования отражены в 60 научных публикациях авторским объемом 61,78 п.л., в том числе в 7

монографиях и в 37 статьях, 24 из которых помещены в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Материалы диссертационного исследования были использованы в работе ООО ТСК «Главстрой» и ООО «Хоум Инвест», о чем имеются соответствующие акты о внедрении.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы. Объем диссертации составляет 354 страниц. Список литературы включает 428 наименований.

Соответствие паспорту специальности

Тема исследования соответствует пункту 27 «Философско-методологические аспекты информатики и информатизации общества» паспорта специальности 09.00.08 - «Философия науки и техники».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы исследования; характеризуется степень разработанности проблемы; формулируются цель и задачи работы; обозначаются объект и предмет исследования; определяется научная новизна результатов диссертационного исследования; указываются теоретические и методологические основы диссертации; формулируются положения, выносимые на защиту; представляется теоретическая и практическая значимость исследования и степень апробации работы.

Первая глава - «Проблема репрезентации знания как объект философско-методологического исследования» - включает три параграфа. В главе вводится в употребление термин *«репрезентология»* и разрабатываются основы концепций, исследующих специфику и пути решения проблемы репрезентации знания в философии и когнитивных науках, - *философской репрезентологии* и *когнитивной репрезентологии*. В ней также закладываются основы *компьютерной репрезентологии* и *эпистемологии искусственного интеллекта*, дальнейшее развитие этих концепций осуществляется в последующих главах диссертации.

В первом параграфе первой главы диссертации «Генезис и эволюция философских концепций репрезентации знания» разрабатываются основы *концепции философской репрезентологии*. В этой концепции осуществляется теоретическая реконструкция проблемы репрезентации знания в историко-философской традиции. В рамках концепции философской репрезентологии исследуется становление и развитие учений философской репрезентации знания, представляющих собой различные способы решения проблемы репрезентации знания в истории философии.

В параграфе выделяются и детально исследуются *дискурсивный и инженерный подходы к исследованию и репрезентации знания*; вводится в употребление термин «*репрезентология*»; формулируются исходные идеи и методологические принципы *концепций философской, когнитивной и компьютерной репрезентологии*; устанавливается соотношение между их предметами, проблематикой и сферами приложений.

Историко-философская реконструкция концептуального оформления проблемы репрезентации знания в диссертации реализуется в соответствии с двумя важнейшими методологическими установками. В соответствии с первой установкой, проблему репрезентации знания следует интерпретировать как имманентную составляющую исторически варьируемых и сменяющих друг друга философских учений. Согласно второй установке, данную проблему необходимо рассматривать в аспекте сущностной её характеристики. Она выражается в том, что служит для фиксации несоответствия между наличием неформализованного (содержательного) знания о мире, которое имеется у каждого субъекта познавательной деятельности, с одной стороны, и необходимостью формализации и представлении этого знания с помощью знаковых (языковых, математических, логических) систем, с другой стороны. Такой ракурс исследования позволяет осуществить необходимый анализ генезиса и эволюции проблемы репрезентации знания в историко-философской традиции и создаёт необходимые предпосылки для соотнесения решения данной проблемы в философии со спецификой её решения в современных когнитивных и компьютерных науках, включая ИИ.

В параграфе отмечается, что рефлексия над знанием и исследование проблемы репрезентации знания (сформулированной не всегда в явном виде) является предметом изучения ряда философских учений от античности до современности. Рассмотрение проблемы репрезентации знания диссертантом в истории философии ограничивается анализом отдельных аспектов этой проблемы в работах Платона, Аристотеля, Б. Спинозы, Р. Декарта, К. Поппера. В их работах предпринимаются попытки решения указанной проблемы или некоторых из ее аспектов. При этом мыслители используют различные приёмы исследования и разный концептуальный инструментарий, а в ходе ее решения приходят подчас к различным результатам.

Из мыслителей древности автор концентрирует свое внимание в параграфе на учении о знании Платона. В этом учении выделяются в рамках дискурсивного подхода к исследованию знания несколько основных линий исследования знания. К их числу относятся морфологическая линия, связанная с анализом структурного аспекта знания; эйдетическая линия, изучающая виды знания; алетическая линия, ориентированная на анализ истинности знания; онтическая, связанная с выявлением сущности знания. Отмечается, что в философии Платона

впервые в философской традиции намечается инженерный подход к исследованию и репрезентации знания

В параграфе наряду с изучением проблемы репрезентации знания, осуществляется обращение к анализу близких ей проблем соотношения языка и знания, конструирования универсального языка науки и применения математики в качестве языка репрезентации знания. В качестве одной из первых иллюстраций использования специального языка науки при решении общей проблемы репрезентации знания в диссертации рассматривается предложенный малоизвестным английским ученым XVII века Дж. Уилкинсом язык, названный им «философским языком».

В параграфе устанавливается, что к решению проблемы репрезентации знания философами от античности и до настоящего времени, а начиная с середины XX также и специалистами в области когнитивных наук, компьютерных наук и ИИ, предлагается ряд конкурирующих между собой концептуальных подходов, применяется различная методология исследования. Мыслители и ученые анализируют указанную проблему с различных позиций, причём, подчас приходят в ходе её решения к различным, не всегда согласующимся между собой, результатам, которые, тем не менее, пересекаются между собой и взаимно дополняют друг друга.

Во втором параграфе первой главы работы *«Репрезентация знания в когнитивных науках»* создаются основы концепции когнитивной репрезентологии, в которой устанавливается специфика проблемы репрезентации знания и путей её решения в когнитивных науках. Отмечается, что объектом исследования когнитивных наук является анализ познавательной деятельности и связанных с ней структур и процессов. В начале XXI века когнитивные науки становятся основой когнитивных технологий, которые объединяются вместе с нанотехнологиями, биотехнологиями и информационными технологиями в так называемые НБИК (NBIC) технологии. Когнитивные технологии превращаются в авангард конвергенции и синергии этих высоких технологий, становясь приоритетным инновационным направлением развития современных междисциплинарных научно-технологических исследований.

В когнитивных науках происходит выявление различных типов знаний, проводится репрезентация знания, осуществляется работа со знаниями. В диссертации определяются исходные идеи, понятия, методологические установки и проблемы, связанные с когнитивным стилем, когнитивными принципами, когнитивными метафорами, когнитивной революцией, когнитивным подходом, когнитивным моделированием и, наконец, когнитивизмом, как парадигмой современного научного знания.

В работе выявляется специфика и пути решения проблемы репрезентации знания в таких когнитивных науках как когнитивная

психология, когнитивная лингвистика, когнитивная психолингвистика, включая нейролингвистическое программирование, концепции эволюционной эпистемологии, экологический подход к зрительному восприятию или экологическая эпистемология, теория персональных конструкторов, коэволюционный подход в эпистемологии.

В параграфе отмечается, что понятие репрезентации получает широкое распространение в когнитивных науках, и, в особенности, в когнитивной психологии, начиная с 1950-х годов. Уже в этот период в когнитивных науках подчёркивается знаковой или символический характер репрезентации, что оказывает существенное влияние на появление словосочетания «репрезентация знания», которое получает широкое распространение с 1970-х годов в компьютерных науках и в теории ИИ. В этих научных дисциплинах это словосочетание используется для обозначения представления компьютерных знаний в характерных для ИИ знаковых системах (компьютерных моделях, языках и программах).

В работе устанавливается, что результаты, полученные в ИИ и компьютерных науках в целом, влияют на когнитивные науки, а достижения в когнитивных науках, в свою очередь, оказывают обратное воздействие на новые разработки в ИИ и в компьютерной репрезентации знания. Первоначально на исследования в когнитивной психологии в 1950-е - 1960-е годы значительное влияние оказывают информационный подход и так называемая компьютерная метафора. С другой стороны, с конца 1960-х - середины 1970-х годов успехи и достижения когнитивных наук, и в особенности когнитивной психологии, начинают оказывать обратное воздействие на исследования в области ИИ и компьютерной репрезентации знания. Это относится, в первую очередь, к формированию в рамках компьютерной репрезентации знания сетевой и фреймовой концепций, которые исследуются в следующих главах диссертационной работы. Данные концепции появляются вначале как конструкции когнитивной психологии, а фреймы и семантические сети понимаются в момент их создания как когнитивные структуры. В дальнейшем они рассматриваются как структуры компьютерной репрезентации знания.

В завершающем третьем параграфе первой главы диссертационного исследования *«Проблема репрезентации знания в искусственном интеллекте»* формулируются исходные идеи и принципы *концепции компьютерной репрезентологии*. Она занимается изучением *проблемы компьютерной репрезентации знания*, которая разрабатывается в рамках инженерно-кибернетического подхода к исследованию и репрезентации знания. Этот подход предполагает конструирование и использование с помощью технических средств знаковых систем, посредством которых компьютерные знания приобретаются, репрезентируются и обрабатываются. В качестве таких знаковых систем в

ИИ выступают компьютерные модели, языки программирования и компьютерные программы.

В разрабатываемой в диссертации концепции компьютерной репрезентологии определяется специфика, раскрывается становление и развитие, выявляются важнейшие способы решения проблемы компьютерной репрезентации знания. Эти способы решения указанной проблемы воплощаются в создании трех ведущих *концепций компьютерной репрезентации знания (логической, сетевой, фреймовой)*, каждая из которых представляет собой совокупность соответствующих моделей и языков компьютерной репрезентации знания. Основы *концепции компьютерной репрезентологии* формулируются в настоящем параграфе. Дальнейшее развитие эта концепция получит в первых двух параграфах третьей главы диссертации.

В параграфе разрабатываются также основы *концепции эпистемологии искусственного интеллекта (ИИ-эпистемологии)*, которая в дальнейшем разрабатывается во второй и третьей главах работы. В концепции ИИ-эпистемологии решаются проблемы соотношения человеческого и машинного интеллекта; возможности создания ИИ; компьютерного восприятия; компьютерного понимания; проблемы репрезентации, приобретения, обработки, преобразования, пополнения, обобщения компьютерных знаний; а также определения их специфики, структурной организации, функционирования и использования.

В работе осуществляется философская рефлексия над таким современным междисциплинарным направлением исследований, как ИИ. Автором проводится различие в понимании искусственного интеллекта (ИИ) как *проекта, теории и совокупности конкретных приложений (интеллектуальных систем)*. В параграфе рассматриваются две конкурирующие базовые парадигмы компьютерного моделирования мышления - *репрезентативная* и *коннекционистская* и две основные позиции в понимании ИИ - «*сильного ИИ*» и «*слабого ИИ*».

В диссертации выделяются и детально изучаются важнейшие *подходы к построению интеллектуальных систем - бионический, алгоритмический, семиотический, эволюционный*. Автором рассматривается специфика каждого из этих подходов, устанавливаются их достоинства и недостатки. В качестве доминирующего подхода в ИИ-исследованиях в работе указывается комплексный *алгоритмически-семиотический подход*, в развитии которого определяются основные этапы. Отмечается, что именно в рамках алгоритмически-семиотического подхода в ИИ-исследованиях в 1960-е - 1970-е годы оформляется проблема компьютерной репрезентации знания.

В параграфе выявляются и анализируются ведущие *разделы и направления исследований* в области ИИ, которые представляют собой результат решения соответствующих проблем ИИ. К их числу относятся:

решение задач; автоматический вывод; компьютерная репрезентация знания; манипулирование знаниями; распознавание образов; компьютерная обработка естественных языков; компьютерное понимание; обучение в интеллектуальных системах; планирование целесообразной деятельности. Определяется специфика каждого из указанных разделов ИИ-исследований и взаимоотношения с другими разделами. Диссертант указывает, что проблема компьютерной репрезентации знания занимает центральное место в ИИ-исследованиях и переплетается почти со всеми другими проблемами и разделами ИИ. Эти разделы ИИ-исследований опираются при этом на результаты, получаемые в ходе решения проблемы компьютерной репрезентации знания. Кроме этого, именно компьютерная репрезентация знания оказывается тесно связанной с философией науки и техники.

В работе вводится понятие «эпистемологическое содержание ИИ», проводится различие эпистемологического содержания ИИ в широком и в узком смысле слова. Автор выделяются и детально исследуются основные этапы развития теории ИИ - классический, неклассический и постнеклассический, сопоставимые с соответствующими типами научной рациональности. Устанавливаются особенности каждого из выделенных этапов, проводится компаративный анализ данных этапов.

Вторая глава - «Компьютерная репрезентация знания» - состоит из трех параграфов. В ней продолжается разработка концепций ИИ-эпистемологии и компьютерной репрезентологии, и формулируются исходные идеи и принципы концепции компьютерной эпистемологии. В качестве важнейшего фактора становления новой эпистемологической парадигмы, а также формирования методологии исследования и репрезентации знания в компьютерных науках и в ИИ в диссертации рассматривается информационно-компьютерная революция. В главе изучается генезис и эволюция проблемы компьютерной репрезентации знания; устанавливается, что появление этой проблемы детерминировано эволюцией алгоритмических языков программирования и совершенствованием систем компьютерных данных; определяется специфика компьютерного моделирования в контексте решения проблемы компьютерной репрезентации знания.

В первом параграфе второй главы работы «**Информационно-компьютерная революция и становление новой эпистемологической парадигмы в компьютерных науках и в искусственном интеллекте**» формулируются основные идеи, методологические установки и принципы новой эпистемологической парадигмы, а также методологии исследования и репрезентации знания в современной науке (на примере компьютерных наук и ИИ). Они в совокупности образуют эпистемологическую проблематику информационно-компьютерной революции, а используемый для анализа этой революции в работе инженерно-кибернетический подход

к исследованию знания выступает разновидностью системного подхода при изучении развития техники и технологий.

В данном параграфе формулируется методологический вывод, согласно которому дальнейшая позитивная разработка проблемы репрезентации знания и прогресс в её интерпретации предполагают переход от стадии феноменологического описания репрезентации знания к системному исследованию данной проблемы в общем контексте эпистемологической проблематики в целом и эпистемологической проблематики информационно-компьютерной революции в частности. Этот шаг в направлении целостной теоретической реконструкции репрезентации знания, предпринимаемый в работе, осуществляется исходя из фундаментальных принципов современной философии в сочетании с исследованием категорий, задающих эпистемологическую проблематику информационно-компьютерной революции.

В общем контексте философско-методологического исследования технического познания выделяются и рассматриваются *основные направления анализа феномена информационно-компьютерной революции*, которые интерпретируются как сменяющие друг друга и вместе с тем накладывающиеся друг на друга уровни философско-методологической рефлексии над механизмом развития технического познания.

В параграфе устанавливается, что в рамках первого направления основное внимание уделяется *эмпирическому описанию радикальных трансформаций в компьютерной технике и информационно-компьютерных технологиях*. Данный подход наиболее рельефно обнаруживается в исследованиях специалистов в области информатики и информационно-компьютерных технологий. Представители второго направления осуществляют рассмотрение информационно-компьютерной революции средствами *методологического анализа*. Третье направление санкционирует *социокогнитивный подход* к интерпретации радикальных трансформаций в техническом познании. Наконец, в рамках четвёртого *системного направления* основное внимание уделяется комплексному философско-методологическому исследованию феномена информационно-компьютерной революции в контексте развития техники и технологий

В работе проблема репрезентации знания понимается как одна из важнейших проблем системного направления, которая активно стимулирует исследование *эпистемологической проблематики информационно-компьютерной революции* и феномена развивающегося технического знания в целом. Системное направление позволяет разработать продуктивную программу анализа этой революции в единстве её имманентно-содержательных и когнитивных характеристик.

В рамках используемого в диссертации системного направления разрабатывается новая *эпистемологическая парадигма и методология исследования и репрезентации знания в современной науке* (на примере

компьютерных наук и ИИ), а также реконструкции *технологических и интеллектуальных предпосылок*, определение *сущности*, выявление *эпистемологической проблематики*, *современного состояния* и *перспектив информационно-компьютерной революции*.

В работе проводится различие между понятиями «*информационная революция*» и «*информационный скачок*»; выделяются и детально анализируются *основные этапы информационно-компьютерной революции*, включающей *информационную революцию в узком смысле слова* и *компьютерную революцию*. Отмечается, что *информационно-компьютерная революция* порождает потребность в исследовании и репрезентации знания, которая обуславливается практикой моделирования знания с помощью компьютеров. В качестве объекта компьютерного моделирования знание предстаёт в многообразии своих форм и аспектов.

В диссертации разрабатываются концепции *интеллектуальных телекоммуникаций (ИТК)* и *социально-ориентированного глобального интеллектуально-телекоммуникационного общества (ИТКО)*. В качестве современных этапов информационно-компьютерной революции в этих концепциях выделяются и анализируются следующие этапы: 1) *сетевой информационной революции*, 2) *телекоммуникационной революции*; 3) *сетевой информационно-телекоммуникационной революции*.

Во **втором параграфе второй главы** диссертационной работы «*Становление и развитие проблемы компьютерной репрезентации знания*» проводится дальнейшая разработка *концепции компьютерной эпистемологии* и отчасти *концепции компьютерной репрезентологии*. В нем осуществляется реконструкция эволюции *компьютерных данных* и формирующихся на их основе *компьютерных знаний*.

В качестве ведущих направлений, детерминировавших становление и развитие проблемы компьютерной репрезентации знания, в диссертации выделяются и изучаются такие направления как *эволюция алгоритмических языков программирования* и *совершенствование систем компьютерных данных*, которые в единстве приводят к формированию из компьютерных данных компьютерных знаний. Автором отмечается, что оба направления реализуются практически одновременно в середине 1960-х - начале 1970-х годов, переплетаются между собой и накладываются друг на друга, и их достаточно трудно в связи с этим разделить.

При рассмотрении первого направления, детерминировавшего становление и развитие проблемы компьютерной репрезентации знания, - *эволюции алгоритмических языков программирования* - в параграфе выявляются основные этапы развития программирования и эволюции языков программирования.

В работе устанавливается, что эволюция алгоритмических языков программирования в 1960-е - 1970-е годы осуществляется по двум основным линиям. Первая линия эволюции алгоритмических языков

программирования приводит к появлению *процедурного типа компьютерной репрезентации знания*. В качестве примеров процедурного типа репрезентации знания в компьютерных науках выступают знания, хранящиеся в пакетах прикладных программ.

Вторая линия эволюции алгоритмических языков программирования, как отмечает диссертант, завершается формированием *декларативного типа компьютерной репрезентации знания*. Примерами декларативного типа являются логические, сетевые и фреймовые модели, языки репрезентации знания, знания, хранящиеся в базах знаний.

При изучении второго направления, детерминировавшего становление и развитие проблемы компьютерной репрезентации знания, - *совершенствования систем компьютерных данных* - диссертант исследует *теоретические конструкты компьютерных наук* и развитие систем компьютерных данных.

В работе проводится анализ таких базовых теоретических конструктов, используемых для репрезентации информации о структуре любой предметной области, как *«предметная область»*, *«информационный объект»*, *«свойство объекта»*, *«отношение между объектами»*, *«тип объектов»*. В диссертации различаются и изучаются с точки зрения философии и логики: 1) *отношения между объектами*; 2) *отношения между типами объектов*. Рассмотренная в параграфе модель базовых конструктов, используемых для репрезентации информации о структуре предметной области, обозначается как *модель «объектов и отношений»*.

В диссертации проводится реконструкция становления и развития важнейших способов репрезентации компьютерных данных от репрезентации данных в массивах данных до репрезентации данных в системах банков данных и баз данных. Автором осуществляется реконструкция становления и развития репрезентации данных в системах баз данных от разработки трех *классических моделей репрезентации данных (реляционной, иерархической, сетевой)* до создания *неклассических моделей данных*.

В параграфе изучается отличие систем ИИ, основанных на компьютерных знаниях, от систем компьютерных данных; выделяются и рассматриваются существенные особенности компьютерных данных и компьютерных знаний.

В работе вводится термин *«тип компьютерной репрезентации знания»*; выделяются два основных *типа компьютерной репрезентации знания* - *декларативный* и *процедурный*; детально изучаются специфика, а также *достоинства* и *недостатки* каждого из них. Отмечается, что большинство конкретных репрезентаций в интеллектуальных системах занимает промежуточное положение между чисто декларативными и процедурными типами компьютерной репрезентации знания.

В третьем параграфе второй главы диссертации «Компьютерное моделирование и проблема репрезентации знания» завершается создание концепции компьютерной эпистемологии. В разрабатываемом в параграфе разделе компьютерной эпистемологии центральное место занимает философское осмысление соотношения компьютерного моделирования с проблемой компьютерной репрезентации знания в ракурсе исследования знания в качестве объекта компьютерного моделирования.

Как отмечается в работе, любая концепция компьютерной репрезентации знания задается лежащим в ее основе типом модели компьютерной репрезентации знания. Именно поэтому в диссертации возникает необходимость в философском осмыслении как моделей вообще, так и тех видов моделей, которые используются в системах ИИ при компьютерной репрезентации знания, а также такого метода научного исследования как моделирование, в особенности компьютерного моделирования знания в ИИ.

В работе проводится философско-методологическое исследование понятия модели и моделирования как метода современного научного исследования; рассматривается специфика различных видов концептуальных знаковых моделей: математических (включая структурные математические модели) и логико-лингвистических (включая модели компьютерной репрезентации знания - сетевые, логические, фреймовые).

В параграфе рассматривается специфика такого вида математического моделирования как семантическое моделирование баз данных, характерного для систем баз данных, и такого вида логико-лингвистического моделирования, используемого в системах ИИ, как компьютерное моделирование знания. Диссертантом отмечается, что начиная с 1980-х годов, в компьютерных науках и ИИ происходит своеобразная конвергенция двух типов моделирования - семантического моделирования в базах данных и компьютерного моделирования знания, а также конвергенция двух типов информационных компьютерных систем - систем баз данных и систем ИИ.

В работе изучается специфика и виды когнитивных моделей, которые в последние десятилетия активно применяются в когнитивных науках (включая символические, коннекционистские и гибридные модели), и когнитивного моделирования. Автором подчеркивается, что когнитивные модели представляют собой модели когнитивных структур и когнитивных процессов, определяющих интеллектуальное поведение людей.

В параграфе осуществляется философское осмысление специфики и эволюции метода компьютерного моделирования, представляющего собой техническую реализацию определённых синтетических форм предметного и концептуального знакового (математического и логико-лингвистического) моделирования. Эволюция метода компьютерного

моделирования рассматривается в диссертации как переход от имитационного моделирования через компьютерное моделирование интеллекта к компьютерному моделированию знания в ИИ. Говоря о специфике компьютерного моделирования знания, автор отмечает, что объектом моделирования в системах ИИ является знания, а предметом - специфическая форма репрезентации информации в системах ИИ.

В диссертации отмечается, что в процессе развития когнитивных наук и компьютерных наук совместно с ИИ, происходит конвергенция этих наук. Основой для конвергенции становится использование в когнитивных науках компьютерной метафоры и информационного подхода, с одной стороны, и применение в компьютерных науках и в ИИ теоретических конструктов, предложенных впервые в когнитивных науках, - «фрейм», «скрипт», «сценарий», «семантическая сеть», с другой стороны. Разработки и результаты, полученные в указанных науках дополняют друг друга и пересекаются между собой. Соответственно у когнитивных моделей и когнитивного моделирования имеются значительные зоны пересечения с компьютерными моделями и компьютерным моделированием, причем значительное место в тех и других занимает репрезентация знания.

В работе устанавливается и раскрывается проблема выбора в качестве объекта компьютерного моделирования индивидуальных, субъективированных, личностных знаний отдельных индивидов-экспертов или внеличного, объективированного знания, являющегося результатом общечеловеческой познавательной деятельности и содержащегося в различных естественно-языковых текстах. Данная проблема является частным случаем более общей философской проблемы соотношения индивидуальных, субъективированных, личностных знаний и внеличного, объективированного знания.

Третья глава - «Эпистемологическое содержание искусственного интеллекта» - включает три параграфа. В ней завершается разработка концепций компьютерной репрезентологии и ИИ-эпистемологии, важнейшие идеи и принципы которых формулируются в предыдущих главах работы. В главе раскрывается эпистемологическое содержание ИИ в узком и в широком смыслах слова, а также исследуется становление и развитие концепций компьютерной репрезентации знания (логической, сетевой, фреймовой). Каждая из этих концепций включает соответствующие модели и языки репрезентации знания. Концепции компьютерной репрезентации знания составляют ядро эпистемологического содержания ИИ в узком смысле слова, в состав которого вместе с ними входят концепции манипулирования знаниями. В главе также исследуется становление и развитие концепций инженерии знаний в ИИ, представляющих собой совокупности моделей, языковых,

аппаратных средств и методов решения проблем эпистемологического содержания ИИ в широком смысле слова.

В первом параграфе третьей главы работы «*Логическая концепция компьютерной репрезентации знания*» осуществляется дальнейшая разработка концепции компьютерной репрезентологии. Развёртывание данной концепции в параграфе проводится в контексте реконструкции и философского осмысления становления и развития концепций компьютерной репрезентации знания и эпистемологического содержания ИИ в узком смысле слова, включающего компьютерную репрезентацию знания и манипулирование знаниями.

В качестве основных стадий эволюции концепций компьютерной репрезентации знания диссертантом выделяются и анализируются классическая, неклассическая и постнеклассическая стадии, которые сопоставляются с последовательно сменяющимися друг друга основными типами научной рациональности. В работе выделяются и изучаются классический, неклассический и постнеклассический этапы развития эпистемологического содержания ИИ в узком смысле слова, также сопоставимые с основными типами научной рациональности.

В параграфе осуществляется изучение формирования и развития логической концепции компьютерной репрезентации знания, которая определяется как совокупность логических моделей и языков компьютерной репрезентации знания. Согласно указанной дефиниции автором выделяются и исследуются различные виды логических моделей и языков компьютерной репрезентации знания. Анализ логических моделей предшествует общей классификации моделей компьютерной репрезентации знания.

Всё многообразие моделей компьютерной репрезентации знания в диссертации сводится к двум основным типам: 1) декларативным моделям компьютерной репрезентации знания; 2) процедурным моделям компьютерной репрезентации знания. Учитывая то, что анализ процедурных моделей не входит в задачи работы, в ней проводится анализ только декларативных моделей, которые представляют собой разновидность концептуальных знаковых моделей. Отмечается, что в отличие от математических моделей, носящих синтаксический характер, модели компьютерной репрезентации знания обладают гибкой семантикой. Диссертантом декларативные модели делятся на следующие виды: 1) логические модели; 2) сетевые модели; 3) фреймовые модели.

В соответствии с предложенной в работе классификацией, в составе логических моделей компьютерной репрезентации знания выделяются и изучаются два основных класса: 1) дедуктивные модели компьютерной репрезентации знания; 2) недедуктивные модели компьютерной репрезентации знания. Недедуктивные модели в свою очередь включают: 1) модели, основанные на псевдофизических логиках; 2) индуктивные

модели компьютерной репрезентации знания; 3) модели, формализующие модифицируемые рассуждения; 4) продукционные модели.

В параграфе определяется специфика, основные этапы становления и развития *логических моделей компьютерной репрезентации знания*. Устанавливается, что на первом этапе в развитии логических моделей компьютерной репрезентации знания (вторая половина 1950-х - середина 1960-х годов) разрабатываются *дедуктивные модели*, причем самыми ранними из них являются *пропозициональные модели*, которые в качестве основы имеют *исчисление высказываний*. Позднее появляются *предикатные модели компьютерной репрезентации знания*, базирующиеся на исчислении предикатов. *Логический вывод* (относящийся к манипулированию знаниями) в дедуктивных моделях компьютерной репрезентации знания, носит достоверный характер. В этот период также активно развивается такой раздел ИИ как *автоматическое доказательство теорем*. Автором отмечаются важнейшие *достоинства и недостатки дедуктивных моделей* компьютерной репрезентации знания.

В работе рассматривается второй этап в развитии логических моделей компьютерной репрезентации знания (конец 1960-х - начало 1970-х годов), специфика которого состоит в переходе от дедуктивных моделей к *недедуктивным моделям* компьютерной репрезентации знания, а именно к *моделям, основанным на логиках отношений* или *псевдофизических логиках*, а также к *индуктивным моделям*.

Завершающим этапом в развитии логических моделей компьютерной репрезентации знания становится разработка такого вида недедуктивных моделей как *модели, формализующие модифицируемые рассуждения* (начало 1980-х годов). К числу модифицируемых рассуждений относятся рассуждения, которые используются и формализуются в *логиках умолчаний* (*логиках типичного*), *немонотонных логиках*, *автоэпистемических логиках* и в некоторых других близких им логических системах. В качестве особого вида недедуктивных логических моделей рассматриваются модели, которые служат для формализации рассуждений, истолковывающих естественно-языковые тексты. Этот вид модифицируемых рассуждений в диссертации называется *герменевтическими рассуждениями в широком смысле слова*. Он включает *герменевтические рассуждения в узком смысле слова*, *экзегетические* и *гомилетические рассуждения*.

В параграфе исследуется специфика такой разновидности логических моделей репрезентации знания как *продукционные модели* компьютерной репрезентации знания или *продукционные системы*, которые занимают промежуточное положение между декларативными и процедурными моделями компьютерной репрезентации знания. Диссертантом устанавливаются *достоинства и недостатки* основных видов *недедуктивных моделей* компьютерной репрезентации знания.

В диссертации изучается специфика и основные этапы становления и развития *логических языков компьютерной репрезентации знания* как одного из видов *языков компьютерной репрезентации знания*. *Логические языки компьютерной репрезентации знания* совместно с *нелогическими языками компьютерной репрезентации знания* образуют совокупность *декларативных языков компьютерной репрезентации знания*. Указывается, что создание всех видов *языков компьютерной репрезентации знания* является закономерным результатом в развитии *традиционных языков программирования*.

В работе определяется специфика, исследуются основные этапы становления и развития *языков компьютерной репрезентации знания*. Отмечается, что *логические языки компьютерной репрезентации знания*, важнейшими из которых являются *предикатные языки компьютерной репрезентации знания*, появляются на втором из этапов. Автором выявляются важнейшие *достоинства* и *недостатки логических языков компьютерной репрезентации знания*.

Во **втором параграфе третьей главы** диссертационной работы **«Сетевая и фреймовая концепции компьютерной репрезентации знания»** завершается разработка *концепции компьютерной репрезентологии*. В нём проводится философско-методологическое исследование *сетевой и фреймовой концепций компьютерной репрезентации знания*.

В параграфе устанавливается, что следующим после *логической концепции репрезентации знания* этапом на пути выявления структуры, присущей *компьютерным знаниям*, является разработка в конце 1960-х - начале 1970-х годов *сетевой концепции компьютерной репрезентации знания*. Диссертант определяет *сетевую концепцию* как совокупность *сетевых моделей* и соответствующих им *реляционных языков компьютерной репрезентации знания*. В основе всех *сетевых моделей*, отмечается в работе, лежит понятие *семантической сети*, вершинам которой сопоставляются выделенные фиксированные множества объектов предметных областей, а дугам - отношения, существующие между этими объектами. Это могут быть отношения различного рода: теоретико-множественные, лингвистические, причинно-следственные, временные, пространственные, и другие.

В параграфе изучается специфика и развитие различных видов *сетевых моделей*, в основе которых лежат многочисленные варианты и модификации *семантических сетей*, а также другие *сетевые структуры* различного типа - *простого типа, иерархического типа, однородные сетевые структуры, неоднородные сетевые структуры (функциональные сети или концептуальные графы, сценарии и другие)*. В диссертации определяется специфика и этапы развития различных модификаций *семантических сетей*, разработанных во второй половине 1960-х - начале

1980-х годов, к числу которых относятся *собственно семантические сети, концептуальные семантические сети, виртуальные семантические сети, расширенные сети, активные семантические сети, ассоциативные семантические сети, кванторные семантические сети* и другие их виды. Автором исследуется специфика и эволюция концепций, близких к сетевой концепции, - концепции *семиотических моделей и ситуационного управления, концепции семантических представлений, концепций синтагматических цепей и R-кодов.*

В параграфе указывается, что сетевая концепция компьютерной репрезентации знания, как и разработанная во второй половине 1970-х годов *фреймовая концепция*, появляются в значительной степени благодаря исследованиям в когнитивных науках. Первоначально семантические сети и их модификации разрабатываются как модели репрезентации долговременной памяти в когнитивной психологии, однако вскоре их начинают применять в ИИ как модели репрезентации знания. В диссертации выявляются *достоинства и недостатки* каждого вида *сетевых моделей* компьютерной репрезентации знания.

В работе анализируется специфика и основные этапы становления и развития входящих в состав сетевой концепции компьютерной репрезентации знания различных *нелогических языки компьютерной репрезентации знания*, относящихся к числу декларативных языков компьютерной репрезентации знания. Нелогические языки компьютерной репрезентации знания, главные из которых - это *реляционные языки*, появляются в конце 1960-х - начале 1970-х годов. В качестве важнейших видов *реляционных языков* в диссертации рассматриваются: 1) *табличные реляционные языки*; 2) *языки R-х кодов*; 3) *языки синтагматических цепей*. Промежуточное положение между *реляционными языками* и *процедурными языками* компьютерной репрезентации знания занимают *сценарные языки (сценарии)* или *ролевые языки*, к которым относятся *концептуальные языки*. Автором выявляются важнейшие *достоинства и недостатки нелогических языков* компьютерной репрезентации знания.

В диссертации устанавливается, что завершающим этапом эволюции концепций компьютерной репрезентации знания становится создание во второй половине 1970-х годов *фреймовой концепции*, которая определяется автором как набор *фреймовых моделей* и *фреймовых языков репрезентации знания*. В параграфе определяется специфика и этапы развития *фреймовых моделей*, основой которых является понятие «фрейма» как структуры репрезентации знания, задающей целостные образы, как отдельных объектов, так и стереотипных ситуаций, в которых находятся эти объекты.

В качестве теоретических предпосылок для формирования концепции *фреймов* рассматриваются идеи и результаты исследований, полученные в когнитивных науках (прежде всего в теории зрительного

восприятия). В связи с этим обстоятельством, первоначально (вторая половина 1970-х годов) данная концепция представляет собой скорее конструкцию когнитивной психологии, а фреймы понимаются как когнитивные структуры. Позднее с 1980-х годов, фреймы начинают рассматриваться как структуры компьютерной репрезентации знания. Однако не следует забывать, что фреймовая и сетевая концепции базируются на соответствующих концепциях структур человеческого восприятия и памяти, разработанных в когнитивной психологии, и находятся в тесной связи с когнитивными науками.

В параграфе выделяются и исследуются различные виды фреймов (*фреймы-описания, ролевые фреймы, символические фреймы*); рассматривается их структура; выявляются *достоинства фреймовой концепции* и фреймовых моделей компьютерной репрезентации знания. В результате сравнения в работе фреймовой концепции с логической и сетевой концепциями устанавливается, что концепция фреймов не имеет серьезных недостатков, присущих другим концепциям компьютерной репрезентации знания. Именно поэтому она оценивается многими специалистами в ИИ как наиболее перспективная из этих концепций.

В работе изучается специфика и основные этапы развития *фреймовых языков компьютерной репрезентации знания*, которые реализуются, как правило, на одном из распространенных языков программирования. В диссертации отмечается, что в последние десятилетия фреймовые языки считаются наиболее предпочтительными формализмами компьютерной репрезентации знания. Это обуславливается тем, что фреймовые языки обладают рядом отмеченных в работе *достоинств*, которыми не обладают другие языки компьютерной репрезентации знания, и почти не имеют *недостатков*, присущих остальным языкам компьютерной репрезентации знания.

Завершая анализ основных концепций компьютерной репрезентации знания, диссертантом делается вывод, согласно которому, в системах ИИ происходит сочетание различных концептуальных подходов, что способствует созданию более эффективных систем ИИ.

В заключительном **третьем параграфе третьей главы диссертации «Концепции инженерии знаний в искусственном интеллекте»** завершается создание *концепции эпистемологии искусственного интеллекта*. В нем предпринимается расширительная трактовка термина «инженерия знаний», когда под этим термином понимается *инженерия знаний в широком смысле слова*, посредством которого раскрывается *эпистемологическое содержание ИИ в широком смысле слова*, в состав которого включается проблематика компьютерного восприятия, компьютерного понимания, пополнения, классификации, обобщения и приобретения компьютерных знаний. Традиционное понимание в ИИ термина «инженерия знаний» соответствует такому пониманию, которое в

работе получает название *инженерии знаний* в узком смысле слова. Соответственно под *концепциями инженерии знаний* в узком смысле слова, в диссертации понимаются только *концепции приобретения знаний*. При расширительной трактовке, предлагаемой в работе, под концепциями инженерии знаний, наряду с концепциями приобретения знаний, понимают также концепции компьютерного восприятия, компьютерного понимания, пополнения, классификации и обобщения компьютерных знаний.

В диссертации определяется специфика *концепций компьютерного восприятия*, среди которых выделяются и анализируются *концепции компьютерного восприятия зрительной (визуальной) информации* или *концепции компьютерного зрения*, *концепции компьютерного восприятия речевой (акустической) информации* и *концепции компьютерного восприятия тактильной информации*. Отмечается, что компьютерное восприятие зрительной информации является в значительной степени синонимом компьютерного восприятия в целом. Компьютерное восприятие зрительной информации реализуется в настоящее время в таких разделах ИИ-исследований как *когнитивная графика* и *иконика*.

В параграфе изучается специфика, становление и развитие *концепций компьютерного понимания*, среди которых выделяются и анализируются *концепции машинного перевода* и *концепции компьютерного понимания естественно-языковых текстов*. В эволюции *концепций компьютерного понимания* в ИИ в диссертации выделяется и исследуется несколько этапов. На самом раннем этапе развития *концепций компьютерного понимания* (начало 1950-х годов) появляются первые *концепции машинного перевода*. *Концепции машинного перевода* развиваются от *концепций прямого (пословного) машинного перевода* (первая половина 1950-х годов) через *синтаксические концепции машинного перевода*, которые включают *трансформационные грамматики* (вторая половина 1950-х годов - середина 1960-х годов), и *семантические концепции машинного перевода* (вторая половина 1960-х годов - середина 1980-х годов), первыми из которых появляются *концепция компонентного анализа* и *концепция семантических надежд*, к *концепциям машинного перевода, основанным на знаниях* (со второй половины 1980-х годов).

В параграфе в развитии *концепций компьютерного понимания естественно-языковых текстов* выявляется и анализируется несколько этапов. Разработка программ автоматического реферирования и информационного поиска, происходившая в первой половине 1960-х годов, дает толчок созданию *диалоговых систем в ИИ*, которые становятся первой практической реализацией *концепций компьютерного понимания естественно-языковых текстов*. На втором этапе развития этих *концепций* (вторая половина 1960-х - начало 1970-х годов) семантика текстов становится объектом пристального внимания специалистов в ИИ, и приводит к созданию *концепций «смысл-текст»*, включая *теорию*

концептуальных зависимостей и ряд других концепций. В этот период активно разрабатываются *диалоговые системы*, осуществляющие общение с компьютерами на языках, *близких к естественным языкам*. На смену первым диалоговым системам, которые базируются на простых лингвистических моделях и применяют языки низкого уровня, на втором этапе приходят диалоговые системы, использующие порождающие грамматики и программы понимания естественных языков. На третьем этапе развития концепций компьютерного понимания естественно-языковых текстов (с конца 1970-х годов) создаются диалоговые системы, в основе которых лежат *концепции компьютерной обработки естественно-языковых текстов*. Центральное место в них занимают компьютерные программы понимания естественно-языковых текстов или компьютерные программы понимания естественных языков.

Диссертантом отмечается, что современные философские идеи и концепции оказывают заметное воздействие на компьютерные программы понимания естественных языков и на проблему компьютерного понимания. В ИИ выделяется два важнейших направления при конструировании таких программ. Как устанавливается в параграфе, первое направление разработки программ понимания базируется на идеях лингвистической философии, в качестве основы второго направления используются идеи герменевтики.

В работе анализируются *концепции пополнения компьютерных знаний*, среди которых выделяются *сценарии, модели «здравого смысла» и псевдофизические логики*, используемые для пополнения поступающей в базы знаний информации. Автором выявляются и изучаются различные виды *концепций обобщения и классификации компьютерных знаний*, которые представляют собой наборы моделей, процедур, технических и программных средств обобщения и классификации этих знаний.

В параграфе исследуется специфика, становление и развитие *концепций компьютерного приобретения знаний (инженерии знаний в узком смысле слова)*, являющихся различными вариантами решения проблемы с тем же названием, посредством которых выражается эпистемологическое содержание ИИ в узком смысле слова. *Концепции компьютерного приобретения знаний* определяются в диссертации как совокупности методов и процедур, с помощью которых происходит получение из различных источников информации и ввод ее в системы ИИ.

В параграфе изучается специфика *концепций приобретения знаний*; устанавливается, что появление концепций приобретения знаний относится к началу 1980-х годов и связано с конструированием такого типа систем ИИ как *экспертные системы*. В диссертации рассматривается деятельность *инженеров по знаниям*, которые занимаются заполнением баз знаний экспертных систем посредством приобретения знаний от экспертов в определенных предметных областях.

Автором устанавливается, что инженеры по знаниям приобретают знания для экспертных систем из различных источников, в качестве которых могут выступать как отчуждённые от своего носителя, вербализованные и стандартизированные, объективированные знания, так невербализованные и нестандартизированные, субъективированные, личностные знания экспертов (*экспертные знания*). В работе выделяются и анализируются различные виды экспертных знаний: 1) *пропозициональные знания*; 2) *личностные знания*; 3) *профессиональные знания*. В качестве важнейших подходов при разработке концепций приобретения знаний в диссертации рассматриваются *вербализационный* и *невербализационный* подходы. Отмечается отличие экспертных систем от других видов интеллектуальных систем.

В завершении параграфа исследуется специфика *методов приобретения знаний* от экспертов. Устанавливается, что наиболее распространенным методом из них является *интервьюирование экспертов*, которое предполагает использование следующих стратегий: 1) *разбиения на ступени*; 2) *репертуарную решетку*, базирующуюся на *теории персональных конструкторов*; 3) *подтверждения сходства*. В качестве других методов приобретения знаний от экспертов в работе выделяются и рассматриваются: 1) *протокольный анализ*; 2) *игровая имитация профессиональной деятельности*. Диссертантом выявляются важнейшие *достоинства* и *недостатки методов приобретения знаний* от экспертов.

В «**Заключении**» подводятся итоги диссертационного исследования, формулируются теоретические выводы и вытекающие из них научно-практические рекомендации и предложения, определяются основные направления дальнейшей разработки темы.

Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях автора:

Монографии

1. Иноземцев В.А. Репрезентация знания в современной науке: философско-методологический анализ: Монография. М.: МГТУ «МАМИ», 2009. 248 с. (12,7 п.л.).

2. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л., Ивлев В.Ю. Становление новой философско-методологической парадигмы современной науки в условиях информационного общества: Монография. М.: «ИТО СЕМРИК», 2012. 133 с. (8,7 п.л. / 4,5 п.л.).

3. Информационное общество и формирование новой эпистемологической парадигмы современной науки: Монография / В.А. Иноземцев [и др.]. М.: «ИТО СЕМРИК», 2013. 129 с. (8,6 п.л. / 3,7 п.л.).

4. Иноземцев В.А. Логико-эпистемологическое исследование искусственного интеллекта: феномен компьютерной репрезентации знания: Монография. М.: «ИТО СЕМРИК», 2014. 159 с. (7,7 п.л.).

5. Иноземцев В.А., Ивлев В.Ю. Эпистемологическое содержание искусственного интеллекта: Монография. М.: ООО «ИТО СЕМРИК», 2015. 158 с. (7,7 п.л. / 5,1 п.л.).

6. Иноземцев В.А., Ивлев В.Ю. Логика и философские основания современной науки: Монография. М.: «ИТО СЕМРИК», 2015. 129 с. (5,9 п.л. / 4,1 п.л.).

7. Проблемы языка в глобальном мире: Монография / В.А. Иноземцев [и др.]; Под ред. Е.В. Ганиной, А.Н. Чумакова. М.: Проспект, 2015. С. 136 - 147. (13 п.л. / 0,6 п.л.).

Публикации в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК

8. Иноземцев В.А., Удовик В.Е. Информационно-компьютерная революция и становление информационного общества // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. (Тамбов). 2011. №8 (14). С. 69 - 74 (0,5 п.л. / 0,4 п.л.).

9. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л., Ивлев В.Ю. Эволюция концепций компьютерной репрезентологии и эпистемологического содержания искусственного интеллекта // Известия МГТУ «МАМИ». 2012. №2 (14), Т. 3. С. 294 - 298. (0,5 п.л. / 0,3 п.л.).

10. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л., Ивлев В.Ю. Когнитивная революция как фактор становления новой эпистемологической парадигмы и методологии исследования знания в современной науке // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. №1 (15), Т. 6. С. 90 - 99. (0,8 п.л. / 0,5 п.л.).

11. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л., Ивлев В.Ю. Кризис техногенной цивилизации и формирование новой экологической парадигмы общественного сознания // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. №4 (18), Т. 2. С. 50 - 57 (0,7 п.л. / 0,4 п.л.).

12. Иноземцев В.А., Иноземцева Ю.В. Проблема информационных ресурсов в условиях формирования ноосферной экологической цивилизации устойчивого типа // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. №4 (18), Т. 2. С. 57 - 63 (0,7 п.л. / 0,5 п.л.).

13. Иноземцев В.А., Караханян С.Г., Тимонин В.С. Использование логического инструментария в формировании языковой и терминологической культуры адвокат // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. №4 (18), Т. 2. С. 121 - 127 (0,6 п.л. / 0,4 п.л.).

14. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л., Ивлев В.Ю. Основные культурно-философские предпосылки формирования логики как философской дисциплины в допетровскую и петровскую эпоху // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. №4 (18), Т. 2. С. 127 - 133 (0,6 п.л. / 0,2 п.л.).

15. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л., Ивлев В.Ю. Психологическая концепция одаренности как тип научного знания и методологические

- принципы изучения ее философских оснований // Известия МГТУ «МАМИ». 2013. №4 (18), Т. 2. С. 145 - 155 (1 п.л. / 0,5 п.л.).
16. Иноземцев В.А. Дедуктивная логика в решении проблемы компьютерной репрезентации знания // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. № 1(19), Т. 5. С. 121 - 126 (0,6 п.л.).
17. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л. Становление философских оснований психологической концепции одаренности // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. № 1(19), Т. 5. С. 154 - 158 (0,5 п.л. / 0,3 п.л.).
18. Иноземцев В.А. Недедуктивная логика и проблема компьютерной репрезентации знания // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. № 2(20), Т. 5. С. 104 - 109 (0,6 п.л.).
19. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л. Формирование психологической концепции одаренности в эпоху Возрождения // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. № 2(20), Т. 5. С. 125 - 131 (0,6 п.л. / 0,3 п.л.).
20. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л. Развитие философских оснований психологической концепции одаренности в Новое время // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. № 3(21), Т. 3. С. 131 - 136 (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).
21. Иноземцев В.А. Трансформация видов компьютерной репрезентации информации в эволюции алгоритмических языков программирования // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. № 3(21), Т. 5. С. 116 - 121 (0,6 п.л.).
22. Иноземцев В.А. Эволюция систем компьютерных данных в становлении и развитии компьютерной репрезентации знания // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. № 4(22), Т. 5. С. 101 - 111 (1 п.л.).
23. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л. Формирование философских оснований психологической концепции одаренности в XIX - начале XX века // Известия МГТУ «МАМИ». 2014. № 4(22), Т. 5. С. 122 - 129 (0,7 п.л. / 0,3 п.л.).
24. Иноземцев В.А. Проблема компьютерной репрезентации знания в структуре искусственного интеллекта // Известия МГТУ «МАМИ». 2015. № 1(23), Т. 6. С. 68 - 74 (0,6 п.л.).
25. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л. Тенденции и перспективы развития эмпирических исследований одаренности в современной психологии // Известия МГТУ «МАМИ». 2015. № 1(23), Т. 6. С. 98 - 104 (0,6 п.л. / 0,3 п.л.).
26. Иноземцев В.А. Инженерия знаний и эпистемологическое содержание искусственного интеллекта // Известия МГТУ «МАМИ». 2015. № 2(24), Т. 6. С. 56 - 63 (0,7 п.л.).
27. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л. Прикладные исследования одаренности в современной психологии // Известия МГТУ «МАМИ». 2015. № 2 (24), Т. 6. С. 79 - 84 (0,5 п.л. / 0,2 п.л.).

28. Иноземцев В.А. Культура в динамике информационного общества // Известия МГТУ «МАМИ». 2015. № 2(24), Т. 6. С.63 - 69 (0,6 п.л.).

29. Иноземцев В.А. Компьютерное моделирование знания в искусственном интеллекте // Известия МГТУ «МАМИ». 2015. № 3(25), Т. 5. С.76 - 83 (0,7 п.л.).

30. Иноземцев В.А. Репрезентология и ее эпистемологический статус // Гуманитарный вестник МГТУ имени Н.Э. Баумана. 2017. №2. С. 1 -16 (0,7 п.л.).

31. Иноземцев В.А. Проблема репрезентации знания в истории философии // Гуманитарный вестник МГТУ имени Н.Э. Баумана. 2018. №2. С. 1 -15 (0,7 п.л.).

Публикации в других научных изданиях

32. Иноземцев В.А. Категорная модель языка логики фреймов. М., 1988. 22 с. Деп. в ИНИОН АН СССР 13. 12. 1988, № 36368 (1п.л.).

33. Иноземцев В.А. Некоторые аспекты развития и классификации языков представления знаний // Логико-философские исследования. М.: ФО СССР, 1989. Выпуск. 1. С. 47 - 55 (0,45 п.л.).

34. Иноземцев В.А. О значении логики для решения проблемы представления знаний в искусственном интеллекте // Вестник МГУ. Серия «Философия». 1989. № 3. С. 79 - 82 (0,2 п.л.).

35. Иноземцев В.А. Анализ баз данных. М., 1989. 16 с. Деп. в ИНИОН АН СССР 02.03 1989, № 37015 (0,8 п.л.).

36. Иноземцев В.А. Логика, искусственный интеллект, представление знаний // Материалы международной научной конференции «Социальные действия в переходный период». Минск: МРТИ, 1991. С. 18 - 20 (0,15 п.л.).

37. Иноземцев В.А. Роль логической науки в формировании кибернетики // Материалы 9-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: Н. Винер». Минск: МРТИ, 1994. С. 16 - 18 (0,1 п.л.).

38. Иноземцев В.А. Некоторые социокультурные аспекты информатизации общества и внедрения новых информационных технологий // Материалы научной конференции «Философия социального действия». Минск: БГУ, 1994. С. 34 - 38 (0,2 п.л.).

39. Иноземцев В.А. Информатизация общества, новые информационные технологии и проблемы развития культуры // Материалы 10-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: А.С. Попов». Минск: МРТИ, 1995. С. 22 - 24 (0,1 п.л.).

40. Иноземцев В.А. Один из первых подходов к построению языка представления знаний // Материалы 11-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: Декарт и Лейбниц». Минск: БГУИР, 1996. С. 24 - 27 (0,25 п.л.).

41. Иноземцев В.А. Приложение математической логики в информатике и искусственном интеллекте. Минск: БГУИР, 1999. (2,4 п.л.).
42. Иноземцев В.А. Логика и дедуктивный вывод на знаниях в логических моделях представления знаний: метод резолюций и стратегии резолюции. Минск: БГУИР, 2001. (1,53 п.л.).
43. Иноземцев В.А. Концепция интеллектуальных телекоммуникаций и интеллектуальные телекоммуникационные технологии // Материалы международной научной конференции «Методы современной коммуникации». М.: МГЛУ, 2002. С. 74 - 78 (0,2 п.л.).
44. Иноземцев В.А. От теологии к футурологии: опыт разработки концепции интеллектуально-телекоммуникационного общества // Материалы международной научной конференции «Информация, коммуникация, общество». Спб.: ЛЭТИ, 2002. С. 26 - 32 (0,3 п.л.).
45. Иноземцев В.А. Перспективы развития техники и концепция интеллектуальной телекоммуникации // Материалы 17-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: Леонардо да Винчи». Минск: БГУИР, 2002. С. 38 - 42 (0,2 п.л.).
46. Иноземцев В.А. Приоритеты мировой интеллектуальной элиты и перспективы создания интеллектуально-телекоммуникационного общества // Материалы международной научной конференции «Приоритеты мировой интеллектуальной элиты в развитии мировой цивилизации». Минск: МГЭИ, 2002. С. 32 - 36 (0,2 п.л.).
47. Иноземцев В.А. Опыт разработки концепции интеллектуальных телекоммуникаций и интеллектуально-телекоммуникационного общества // Материалы международной научной конференции «Становление информационного общества в России: философские, политические и социокультурные проблемы». М.: МИРЭА, 2003. С. 40 - 43 (0,2 п.л.).
48. Иноземцев В.А. От метафоры искусственного интеллекта к концепции интеллектуально-телекоммуникационного общества // Философия искусственного интеллекта. М.: ИФ РАН, 2005. С. 167 - 173 (0,35 п.л.).
49. Иноземцев В.А. Прологомены к философии интеллектуально-телекоммуникационного общества // Материалы всероссийского философского конгресса. М.: МГУ, 2005. Т. 2. С. 42 - 43 (0,2 п.л.).
50. Иноземцев В.А. Постнеклассическая парадигма в исследовании искусственного интеллекта // Материалы 21-й международной научной конференции «Великие преобразователи естествознания: М. Планк». Минск: БГУИР, 2006. С. 171 - 175 (0,2 п.л.).
51. Иноземцев В.А. Репрезентация знания в когнитивных науках // Психология сознания: современное состояние и перспективы. Самара: ПГСГА, 2011. С. 71 - 77 (0,5 п.л.).
52. Иноземцев В.А., Ивлев В.Ю. Проблема компьютерной репрезентации знания и развитие научного знания в информационном

обществе // Материалы 13-й Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2013 года: экологические проблемы XXI века». Минск: МГЭУ имени Сахарова, 2013. С. 12 - 13 (0,1 п.л.).

53. Иноземцев В.А., Ивлева М.Л. Когнитивная революция и формирование новой эпистемологической парадигмы в современной науке // Материалы Международной научной конференции «Философия и ценности современной культуры». Минск: БГУ, 2014. С. 99 -103 (0,3 п.л.).

54. Иноземцев В.А. Логика и компьютерная репрезентация знания // Тезисы докладов участников VII Российского философского конгресса «Философия. Толерантность. Глобализация. Восток и Запад - диалог мировоззрений». Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. Т. 3. С. 115 - 116 (0,1 п.л.).

55. Иноземцев В.А., Иноземцев И.В. Дискурсивный и инженерный подходы к исследованию и репрезентации знания // Материалы 15-й Международной научной конференции «Сахаровские чтения 2015 года: экологические проблемы XXI века». Минск: МГЭУ имени Сахарова, 2015. С. 11 (0,1 п.л.).

56. Иноземцев В.А. Преподавание когнитивных наук в системе высшего образования XXI века // Человек и общество в контексте современности. Москва: РУДН, 2017. С. 100 - 105. (0,25 п.л.).

57. Representology in the System of Modern Epistemology / V. Inozemtsev [et al.] // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. Paris, Amsterdam, Hong Kong: Atlantis Press, 2017. Volume 40. P. 697 - 701 (0,7 п.л. / 0,5 п.л.).

58. Logical-Philosophical Approach to the Interpretation of the Concept of Knowledge / V. Inozemtsev [et al.] // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. Paris, Amsterdam, Hong Kong: Atlantis Press, 2017. Volume 40. P. 297 - 301 (0,7 п.л. / 0,2 п.л.).

59. Categories of Modality and Their Use in Modern Biological Conceptions / V. Inozemtsev [et al.] // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. Paris, Amsterdam, Hong Kong: Atlantis Press, 2017. Volume 40. P. 687 - 691 (0,7 п. л. / 0, 2 п.л.).

60. Artificial Intelligence and the Problem of Computer Representation of Knowledge / V. Inozemtsev [et al.] // Advances in Social Science, Education and Humanities Research. Paris, Amsterdam, Hong Kong: Atlantis Press, 2017. Volume 124. P. 1151 - 1156 (0,7 п.л. / 0,5 п.л.).