

О.О. Варламов

# МИВАРЫ: 25 ЛЕТ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА



НИИ МИВАР

Олег Варламов

**Мивары: 25 лет создания  
искусственного интеллекта**

«Aegitas»

## **Варламов О. О.**

Мивары: 25 лет создания искусственного интеллекта /  
О. О. Варламов — «Aegitas»,

В монографии профессора МФТИ, МАДИ, д.т.н. Варламова О.О. и д.т.н. Санду Р.А. предложен оригинальный подход в области искусственного интеллекта по созданию миварных глобальных обучаемых активных логически рассуждающих эволюционных автоматических информационных систем. Это стало возможным благодаря реализации на практике двух инновационных российских фундаментальных технологий: 1) эволюционного накопления данных - миварное информационное пространство, и 2) активной логико-вычислительной обработки информации - миварные сети. Миварные технологии позволяют создать принципиально новые информационно-телекоммуникационные системы, информационные инфраструктуры, интеллектуальные системы и системы искусственного интеллекта. Миварный подход ничего не отвергает, а объединяет и обобщает на основе единой технологической платформы все лучшие мировые научные, технические и программные достижения для создания качественно новых интеллектуальных систем, например: активных мультипредметных экспертных систем реального времени, управляемых потоком данных. Приведены примеры практической реализации миварных экспертных систем. Для специалистов в области кибернетики, информатики, вычислительной математики, студентов и аспирантов вузов соответствующих специальностей. Может быть использована в качестве учебного пособия для вузов по дисциплинам: информатика, дискретная и высшая математика, современные информационные технологии, интеллектуальные системы и искусственный интеллект.

© Варламов О. О.

© Aegitas

# Содержание

|  |    |
|--|----|
| Введение   | 6  |
| 1. Мивары и искусственный интеллект  | 12 |
| 1.1. Основы миварного подхода  | 13 |
| 1.2. Для каких систем создан миварный подход   | 14 |
| 1.3. Анализ принципиально новых возможностей информатизации  | 17 |
| 1.4. Познающе-диагностические автоматизированные информационные системы и сложные предметные области | 19 |
| 1.5. Обзор технологий ИИ и сравнение с миварным подходом   | 21 |
| Конец ознакомительного фрагмента.  | 23 |

# Варламов О.О

## Миварный подход к созданию интеллектуальных систем и искусственного интеллекта. Результаты 25 лет развития и ближайшие перспективы

### Введение

Миварный подход относится к научному направлению "искусственный интеллект" и развивается уже около 25 лет. Вместе с тем, миварный подход объединяет и другие научные области компьютерных наук, информатики и дискретной математики, включая: базы данных, экспертные системы, системы логического вывода на основе развития продукций, теорию графов, матрицы, параллельное выполнение программ на кластерах, проектирование новых архитектур компьютеров, массовое суммирование чисел, техническую защиту информации и информационную безопасность, гносеологию (частично и в плане создания новой наиболее мощной модели данных на основе "тройки" "вещь-свойство-отношение"), сервисно-ориентированные архитектуры, компьютерные сети, информационные инфраструктуры, теоретическую робототехнику, многоагентные системы и некоторые другие. Напомним, что по классике в компьютерных науках (информатике) выделяют 5 основных видов действий:

- 1) сбор (получение, ввод, создание);
- 2) накопление (хранение);
- 3) передача;
- 4) обработка и
- 5) представление информации.

С точки зрения искусственного интеллекта (ИИ), первый и пятый пункты отражают взаимодействие с внешней средой. Существует модель [72, 229], которая обобщает и показывает единство процессов накопления и передачи информации. Совсем кратко, суть такого подхода в том, что выделяют три основных сущности: отправитель информации, время передачи информации и получатель информации. Тогда, в зависимости от того, кто кому и за какое время передает информацию, единообразно описываются и хранение информации (передача самому себе за длительное время), и передача информации (отправитель и получатель разные, а время передачи мало), и другие возможные комбинации. Таким образом, получаем, что самыми важными для внутреннего развития ИИ являются два основных действия: обработка и накопление информации.

Миварный подход объединяет две основные технологии накопления данных и обработки информации:

1) миварное информационное пространство: накопление данных на основе эволюционной самоорганизующейся миварной модели данных с изменяющейся структурой в теории баз данных, и

2) миварные сети: обработка информации на основе развития продукционного подхода к логическому выводу с учетом включения возможности автоматического конструирования алгоритмов для "решателей задач" и традиционной вычислительной обработки, а также с использованием идей отношений, правил и процедур, которые теперь принято относить к сервисно-ориентированным архитектурам и многоагентным системам.

Суть миварного подхода в объединении баз данных и систем логико-вычислительной обработки в единые эволюционно развивающиеся системы, позволяющие собрать воедино все различные научные разработки на основе сервисно-ориентированных архитектур и технологий интеллектуальных агентов – многоагентных систем. Про такое возможное объединение писали очень многие ученые [1-23, 46-126, 134-137, 226, 245, 264, 273, 450-525] и теперь, с появлением миварного подхода, это становится реальностью. Ранее в наших работах было показано [46-126, 303, 354-355, 503-504], что такое миварное объединение позволит создать глобальные самоорганизующиеся программно-аппаратные комплексы с эволюционной структурой для познающе-диагностических систем, экспертных систем и систем оперативной диагностики.

Главное свойство нашего миварного подхода в том, что он не отвергает ничего из уже созданного, а создает основу, фундамент, для объединения всех существующих и перспективных наработок в этой (и многих других) активно развивающейся научной области. Более того, миварный подход объединяет технологии баз данных, баз знаний, логического вывода и различных вычислительных процедур. Наш новый формализм миварного многомерного эволюционного пространства унифицированного представления данных и правил позволяет описать все существующие традиционные модели данных и методы логической и вычислительной обработки информации. Такое единое описание и создает предпосылки для объединения всех достижений и перехода к новому качеству в области ИИ.

Миварная модель данных является более мощной, чем модель "сущность-связь" (ER-модель), и поэтому позволяет описывать и объединить в своем формализме все традиционные структурные и бесструктурные модели данных, включая семантические сети, онтологии и гипертекст. Реляционные таблицы представляются в многомерном миварном пространстве в виде двумерных таблиц, объединяемых в трехмерное пространство с возможностью и дальнейшего наращивания измерений. Сетевые модели, семантические сети и онтологии представляются в миварном пространстве в виде неких графов, помещенных в дискретное многомерное пространство, что также только усиливает возможности подобных сетевых моделей. В книге Варламова О.О. [72] подробно в виде формул и цифр показано подобное представление и возможность перехода из одного представления данных в другое через миварное пространство или одномерные таблицы представления данных, которые являются упрощением миварного представления. Более того, миварное пространство основано именно на том факте, что пользователи могут одновременно использовать различные модели данных, от реляционных и гипертекстовых, постепенно вводя все больше структурированности и переходя к сетевым, семантическим сетям и онтологиям, а уже через них – далее к миварному пространству. Миварное пространство по самой своей сути является эволюционным и предназначено для изменения структур хранения данных и перехода к разным моделям!!!

Миварные сети основаны на продукционном подходе "если, то..." с переходом к более сложной структуре правил с предусловиями, условиями, ограничениями, действиями и последствиями. Это позволяет записывать все причинно-следственные отношения, включая и все возможные формы предикатов и т.п. логических выражений. Мы не отрицаем значение предикатов и поиска истинных выражений, а только создаем возможность и для их реализации, и для реализации всех возможных других представлений правил в виде: сервисов, процедур, продукций, подпрограмм и т.п. Такой подход позволяет работать одновременно с разными описаниями предметных областей, прибавляя к предикатам и продукциям, и нейросети, и генетические алгоритмы, и традиционные вычислительные процедуры, и все другие в виде универсальных миварных отношений, которые представляются и хранятся перед обработкой в нашем миварном пространстве. Мы создаем разнообразие представлений и разных подходов к решению задач для самых различных предметных областей. Миварный подход изначально является очень хорошо распараллеливаемым и может работать в ГРИД-системах, компьютерных сетях и

на многопроцессорных вычислительных комплексах. Это все реализация традиционных подходов в едином формализме миварных сетей. Здесь важно подчеркнуть, что знания в виде процедур, правил и отношений хранятся вместе с фактами в едином миварном пространстве – больше нет противоречий между базами данных и базами знаний, т.к. они красиво объединены в эволюционном миварном пространстве. Это касается ХРАНЕНИЯ данных и правил в едином формате. Но, кроме хранения, миварное пространство позволяет проводить и ОБРАБОТКУ информации в миварных сетях, которые фактически реализуют отношения из классической миварной "тройки" "вещь-свойство-отношение". А значит, больше нет противоречий и между хранением и обработкой информации!!!

Однако для решения реальных задач важна и форма представления знаний, т.к. разные формы позволяют с разной вычислительной сложностью и достоверностью решать одни и те же задачи. Как уже неоднократно подчеркивалось, миварный подход разрешает в своем формализме реализовывать все традиционные виды обработки. Но, при этом, он же предлагает и новые возможности... Сейчас уже никто не пойдет пешком из Москвы во Владивосток, хотя такая возможность для любителей и фанатов исчисления предикатов все еще сохраняется; – )! Если вам нравится исчисление предикатов, то можете и далее продолжать "играть" в свои "игрушечные" задачи с 30 правилами и NP-полными алгоритмами. Однако миварные сети предоставляют возможность сменить само представление графов, включая и многодольные и т.п., перевести их в матрицы, включая многомерные бинарные, и, если это получилось, то решать задачи с линейной вычислительной сложностью. Любители исчисления предикатов могут называть логический вывод в таких матрицах автоматическим конструированием алгоритмов, но суть от этого не изменится: линейная сложность и решение реальных задач с десятками тысяч правил и объектов, а также возможность параллельных решений и подключения новых возможностей: сервисов, правил, процедур, нейроподпрограмм, генетических и т.п. модулей, ГРИД-технологий, облачных вычислений, агентов и т.п. Мивары ничего не запрещают и не отвергают, а наоборот позволяют решать комплексные задачи различными методами, включая: предикатные, продукционные, нейроматематические, генетические, нечеткие, вероятностные и прочие методы работы как с полной, так и с неполной и противоречивой информацией. Более того, мивары позволяют одновременно решать одну задачу разными методами и на разных моделях, позволяя выбрать наиболее адекватное решение в заданные сроки и с необходимой точностью. Это новый МИВАРНЫЙ глобальный подход к одновременному решению многих реальных задач на разных моделях параллельно и в реальном времени на основе компьютерных сетей и кластеров с "облаками".

Миварный подход разрабатывается для создания глобальных информационных систем, принципиально открытых для постоянного наполнения новыми данными, с возможностью быстрой обработки и получения требуемых результатов для реальных ("интересных") задач. Некоторые миварные технологии позволяют гораздо быстрее обрабатывать информацию, например, сводя вычислительную сложность отдельных логических задач при определенных условиях и ограничениях с NP-полной до линейной. Как бы это не звучало фантастически на первый взгляд, но уже созданы несколько прототипов программ, основанных на движке "УДАВ", которые на практике реализуют этот подход и доказывают реальность внедрения миварного подхода и нашу правоту. Это утверждение не следует понимать дословно так, что мы решили NP-полную задачу с линейной вычислительной сложностью. Мы претендуем только на то, что решили некоторый класс задач в миварном представлении, в определенных условиях и с учетом ограничений с линейной вычислительной сложностью, т.е. именно эти задачи не могут более считаться NP-полными.

Более того, мы считаем, что миварный подход путем теоретического обобщения, синтеза и развития всех основных достижений компьютерных наук в базах данных и в базах знаний, объединяемых в единые миварные базы данных и правил, уже позволил создать эволюционный

прототип глобальной активной обучаемой логически рассуждающей автоматической системы, способной решать логико-вычислительные задачи с несколькими десятками тысяч правил и объектов в реальном времени для неограниченного количества динамически изменяющихся предметных областей.

До свидания, 20 век – век исчисления предикатов, реляционных и объектно-ориентированных баз данных. Здравствуй, 21 век – век развития баз данных и продукционных систем до миварных баз данных и правил, многоагентных интеллектуальных систем и сервисно-ориентированных архитектур! Конечно, перечислены далеко не все технологии, но в ближайшее время состоится объединение различных очень сильно сегментированных научных направлений в компьютерных науках в нечто единое. А миварные технологии сыграют в этом важную, а, возможно, и решающую роль. Даже если их, по западной традиции откроют заново и будут называть другими словами и терминами; – )!

Несмотря на достаточно большое количество научных работ [46-126], в настоящее время все еще очень сильно разделяются мнения российских ученых о миварах. Доходит до крайностей: от заявлений, что научной общественности это направление не известно, до признания новой научной школы и даже классичности миварных технологий. Этому есть несколько объяснений. Достаточно долгое время мы развивали миварные технологии в узком кругу специалистов, имеющих допуск к определенным работам. Но, начиная с 2002 года, после разработки и подтверждения работоспособности наших теорий на практике (и выходе за пределы одной предметной области), количество наших публикаций резко возросло. По своей сути миварные технологии являются очень простыми и понятными, что подтверждает наш опыт преподавания дискретной математики студентам московских вузов.

Разнообразие материала в этой книге объясняется достаточной универсальностью миварного подхода и возможностью его применения к очень разным областям. В книге Варламова О.О. [72] изложены теоретические основы миварного подхода, которые за прошедшее время получили свое подтверждение и практическое развитие в различных предметных областях.

Необходимо отдельно подчеркнуть, что необходимо помнить и о том, что кроме положительной стороны стремительного развития информатики и искусственного интеллекта есть и обратная сторона медали. К отрицательным сторонам ИИ можно отнести многие проблемы информационной безопасности и технической защиты информации. Поэтому этим вопросам также уделено внимание в данной работе. Есть и другие потенциальные отрицательные последствия, о которых достаточно широко известно по катастрофическим прогнозам фантастов и режиссеров кино, включая фильмы "Терминатор", "Матрица" и т.п. Как бы скептически ни относиться к такому роду прогнозам, но учитывать и исследовать такие последствия необходимо заранее. В работе предложено ввести три уровня исследований в области ИИ, на одном из которых (третьем) и должны проводиться исследования отрицательных последствий и разработка предложений по их недопущению.

Отметим, что помимо хорошо известной всем основной задачи ИИ, как заставить машину думать, существует и малоизвестная обратная задача, которая в шуточной манере формулируется так: "как заставить человека НЕ думать, а выполнять приказы". Как известно, в каждой шутке есть доля истины, но данные вопросы относятся к области психологии и не рассматриваются в нашей работе. Хотя надо помнить, что одно из направлений области ИИ – моделирование человеческого мышления, позволит успешно решить и эту грустную задачу.

Итоги дискуссий и разнообразных Круглых столов на научных конференциях однозначно показывают, что многие ученые понимают как важность и необходимость, так и возможные различные последствия создания ИИ. Здесь будет уместно обратиться к одному интересному вопросу: **создан ли уже ИИ?**

В настоящее время (2010 год) ответы на этот вопрос прямо противоположны: от категоричного отрицания самой возможности создания ИИ, до утверждений, что он уже создан. С

нашей точки зрения, этот вопрос неявно подразумевает необходимость введения шкалы измерений интеллектуальности различных систем. Эти вопросы поднимались нами еще в [72] при обосновании необходимости перехода от ИИ к "Теории активного отражения". Постепенно данное положение находит все большую поддержку у научного сообщества, т.к. только такой подход позволяет свести споры о создании ИИ к единой базе, шкале и точке отсчета.

Как известно, изначально область ИИ занималась автоматизацией разумной деятельности человека. На наш взгляд, все западные компьютерные науки и российская информатика также направлены на это. По мере развития достижений ИИ компьютерам передавалось все большее количество функций и возможностей. Говоря компьютеры, мы подразумеваем и программы, и аппаратные устройства, которые все создаются человеком. При этом наблюдается забавная закономерность: как только программистам удавалось создать новую автоматическую систему решения творческих человеческих задач, так сразу же находились ученые, которые переводили эту задачу в разряд НЕтворческих. И опять продолжали утверждать, что ИИ не существует. За последние 50 лет развития компьютеров осталось не так уж много задач, которые люди решают все еще лучше, чем компьютеры. С нашей точки зрения, компромисс возможен при следующих условиях:

1) широкое признание того, что область ИИ и сам ИИ – это усилитель человеческих мыслительных возможностей, помощник, и он нужен, прежде всего, для автоматизации различных функций при работе с информацией;

2) возможности введения некой шкалы автоматизации, активности или интеллектуальности человеко-машинных систем;

3) признания того, что некие достаточно простые формы усиления мышления или его автоматизации уже созданы, т.е. некие прототипы ИИ уже существуют: новое поколение двадцатилетних студентов уже не мыслит своей жизни без компьютеров, которые в любом случае уже создают преимущества для своих хозяев по сравнению с людьми без компьютеров;

4) остается вопрос и проблема создания полностью автоматического ИИ, который по своим возможностям будет превосходить как "типового" человека, так и самого умного – это традиционная трактовка противников возможности создания полноценного ИИ, которая остается для дальнейших исследований;

5) возможно, что с этим еще не все согласятся, но, на наш взгляд, уже совершен переход от гомо сапиенса к гомо сапиенсу с компьютером – "гомо компьютерусу". Вполне возможно, что именно следующей ступенью развития человека и будет полноценный ИИ, возможность создания которого еще находится под вопросом.

Существует грустная шутка, что новые идеи получают одобрение и развитие по мере вымирания предыдущего поколения ученых. С учетом улучшения условий жизни, увеличения ее продолжительности и ускорения прогресса в области ИИ, очень хочется надеяться, что новые идеи будут приживаться и активно внедряться еще при предыдущих поколениях ученых и при их одобрении (ну хотя бы при молчаливом непротивлении; – ))) ). Как бы не относился к технологиям компьютерных наук и ИИ, но всеми серьезными учеными признается такой факт: создание ИИ – это может быть страшнее и гораздо хуже ядерной бомбы. Может исчезнуть как все человечество, так и "только" отдельные страны... Оставаясь оптимистами, но реально учитывая худшее, продолжим исследования по созданию ИИ; – ))) ).

Разделы 1, 2 и 7 данной монографии написаны Варламовым О.О. Раздел 3 написан Санду Р.А. Остальные разделы монографии написаны авторами совместно.

Кроме того, разделы 5.9.3, 6.5.1, 6.5.2, 6.5.3 и 7.5 данной монографии написаны авторами вместе с Сергушиным Г.С. Разделы 1.5, 2.1, 2.3, 7.1.1, 7.1.3, 7.1.7, 7.2.1, 7.2.3, 7.2.4 и 7.5 данной монографии написаны авторами вместе с Васюговой С.А. Разделы 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4 и 7.5 данной монографии написаны авторами вместе с Белоусовой А.И. Раздел 2.5 оформлен рисунками Варламовой Л.О.

**Благодарности.** Данная книга написана по результатам многолетних исследований, которые были бы невозможны без поддержки и помощи многих и многих наших друзей, товарищей, сотрудников. Выражаем искреннюю благодарность нашим семьям, друзьям, учителям и всем тем, кто оказывал помощь в проведении научных исследований, а также при написании, редактировании и опубликовании этой монографии.

Спасибо!

## **1. Мивары и искусственный интеллект**

Проведем обзор литературных источников [1-525] и краткое сравнение и сопоставление достижений и возможностей миварных технологий и основных подходов в области создания ИИ. Но перед этим совсем кратко изложим основы миварного подхода и опишем, для каких систем он создавался. Надеемся, что после такого описания станет понятно, что существующие "традиционные" интеллектуальные системы решают гораздо более простые задачи, традиционные подходы к их решению не удовлетворяют реальным требованиям, а миварный подход является развитием и обобщением практически всех существующих технологий и обладает качественно новыми достоинствами и важными преимуществами.

## 1.1. Основы миварного подхода

Проблема моделирования интеллектуальной деятельности человека для создания ИИ является актуальной и важной. Миварный подход позволяет предложить новые модели и методы обработки информации и управления. Будем понимать под системами искусственного интеллекта активные самообучающиеся логически рассуждающие системы. В прошлом веке были разработаны технологии создания экспертных систем по отдельным узконаправленным предметным областям. Это было обусловлено сложностями формализованного описания требуемых предметных областей и тем, что системы логического вывода не могли обрабатывать более 20 объектов/правил. В то же время, получили развитие интеллектуальные пакеты прикладных программ (ИППП), которые позволяли решать в автоматизированном режиме задачи в разных областях, где требовались вычисления и конструирование алгоритмов решения задач. Технологии ИППП развиваются в миварах и сервисно-ориентированных архитектурах.

В Интернете развиваются различные формы справочных и обучающих систем. Например, Википедия или проект "Вольфрам". Российская фундаментальная инновационная технология "миварный подход" [46-126, 303, 354-355, 503-504] позволяет использовать эволюционные базы данных и знаний (правил) для формирования единого образовательного и справочного пространства. Активная миварная Интернет-энциклопедия будет содержать в себе не только факты в разных предметных областях, по аналогии с существующими энциклопедиями, но и активные программы для решения различных логических и вычислительных задач (технологии ИППП и сервисов). В миварном подходе объединяются в единую технологию базы данных, вычислительные задачи и логические проблемы.

Миварный подход [46-126, 303, 354-355, 503-504] развивается с 1985 года и включает **две основные технологии:**

1) эволюционные базы данных и правил (знаний) с изменяемой структурой на основе миварного информационного пространства унифицированного представления данных и правил, базирующегося на "тройке" "вещь, свойство, отношение", предназначенные для хранения любой информации с изменением структуры и без ограничения по объему и формам представления;

2) систему логического вывода или конструирования алгоритмов на основе активной обучаемой миварной сети правил с линейной вычислительной сложностью, предназначенную для обработки информации, включая не только логический вывод, но и вычислительные процедуры и сервисы.

В отличие от традиционных подходов, разделяющих хранение в базах данных, логический вывод и вычислительную обработку [226, 244-245, 264, 273, 328], миварный подход позволяет создавать многомерные и эволюционные системы, обрабатывающие информацию в реальном масштабе времени с совмещением логических выводов и вычислительной обработки [46-126, 303, 354-355, 503-504]. Основой многомерного эволюционного миварного подхода является то, что реальный мир существует сам по себе, а при изучении и познании некоторой предметной области человек представляет себе описание этого мира в виде начального трехмерного пространства, осями которого являются понятия: вещь, свойство и отношение. Эти три понятия – абстракции, удобные для описания реального мира. Отметим, что миварный подход – это современный подход для разработки интеллектуальных систем и, в перспективе, создания систем искусственного интеллекта [72].

## 1.2. Для каких систем создан миварный подход

Практика общения с коллегами на научных конференциях и дискуссиях показала, что необходимо сразу и четко формулировать, для каких систем был создан миварный подход. Дело в том, что, по признанию многих авторитетных ученых, их работы направлены на решение "игрушечных задач" с очень ограничивающими требованиями, например: замкнутость описания предметной области, не более 20-30 логических правил и т.п. На ранних этапах исследований такие постановки имели право на жизнь. Но миварный подход создавался для принципиально других систем, которые можно кратко называть глобальными познающе-диагностическими системами реального времени. По указанным выше примерам, для миварного подхода сразу было поставлено условие работы с открытыми и достаточно большими предметными областями, где счет логическим правилам идет на десятки тысяч. При этом стоит отметить, что были практически сняты ограничения на вычислительные ресурсы и прочие материальные ограничения, т.к. стояла задача оценки определения предельных возможностей таких систем.

Глобальные познающе-диагностические системы (ГПДС) должны решать задачу мониторинга и прогнозирования сложной предметной области. Обобщенная схема таких систем показана на рисунке 1.

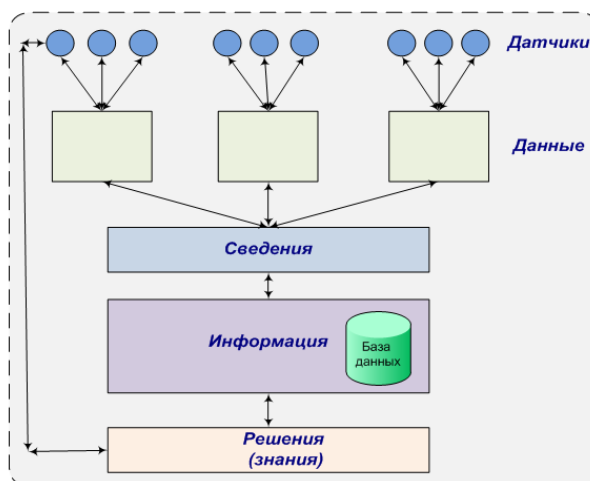


Рисунок 1 – Схема познающе-диагностических систем реального времени

Отметим, что основной работы глобальных познающе-диагностические систем является информация – глобальная же модель предметной области, включающая и все данные, и все правила, и все отношения и т.д. В терминологии миваров это и есть эволюционная база данных и правил. Именно на ее основе можно по кратким фрагментам получаемых сообщений делать обоснованные выводы и прогнозы. Эти краткие сообщения представляют собой лишь горные вершины или вершины айсбергов, за которыми скрываются огромные описания, хранящиеся в базах данных.

Для решения задачи мониторинга и прогнозирования сложной предметной области (ПО) необходимо создать автоматизированную систему информационного моделирования и прогнозирования. Прежде всего, необходимо создать информационную модель предметной области и решить задачи сбора требуемых данных, обработки информации и прогнозирования развития объекта наблюдения. Эта классическая задача имеет большое множество возможных решений, зависящих от особенностей предметной области, имеющихся ресурсов, заданных требований

по достоверности, своевременности, надежности, точности прогнозирования и т.п. В любом случае, необходимо выделение и создание трех подсистем:

- сбора данных;
- накопления и обработки информации;
- прогнозирования и имитационного моделирования.

Создание информационной модели сложной предметной области является творческой задачей с применением информационных технологий баз данных, экспертных систем, систем поддержки принятия решений, интеллектуальных систем и др. Успех решения задачи зависит от концептуального моделирования предметной области (выделяют концептуальный, логический и физический уровни моделирования ПО). Отметим, что анализ разработки существующих аналогов показывает необходимость изначального применения эволюционных (развивающихся, обучаемых) систем. В настоящее время существуют современные и перспективные методы моделирования самых сложных предметных областей в предельно жестких ограничениях и внешних условиях. К таким информационным технологиям относится отечественная технология создания самоорганизующихся программно-аппаратных комплексов оперативной диагностики (СПАКОД) на основе эволюционного многомерного информационного пространства универсального представления данных и правил [72, 46-126, 303, 354-355, 503-504].

При решении задач моделирования и прогнозирования сложных предметных областей невозможно изначально определить требуемые ресурсы и возможные проблемы. Такая задача относится к классу познавательных задач и не имеет однозначных, тем более, простых решений. Кроме того, задача мониторинга относится к классу диагностических задач, требующих обработки данных в реальном масштабе времени. Когда задачи познания и диагностики решаются одновременно, возникает наиболее сложный класс познающе-диагностических задач. В настоящее время для одновременного решения задач мониторинга и прогноза сложных реальных предметных областей не существует готовых информационных систем.

Однако, комбинируя существующие технические и программные решения, представляется возможным решить требуемую задачу мониторинга и прогноза сложных реальных предметных областей.

Например, технология самоорганизующихся программно-аппаратных комплексов оперативной диагностики позволяет постепенно по мере изучения (познания) предметной области эволюционно наращивать требуемые ресурсы как на программном, так и на аппаратном уровне.

Информационная модель создается с самого простого и минимального количества данных, а затем, по мере поступления новых данных из подсистемы сбора данных, происходит эволюционное наращивание информационной модели в подсистеме накопления и обработки данных. Далее появляется возможность выполнения прогнозирования на различные интервалы времени.

Технология СПАКОД позволяет одновременно осуществлять информационное моделирование на нескольких моделях, по каждой из которых выполняется прогнозирование. Полученные прогнозы по мере наступления событий сравниваются с реальным развитием предметной области.

Затем, в рамках организации обратной связи анализируются все прогнозы, их отличие от реального развития событий (ошибки прогнозирования) и осуществляется модернизация существующих информационных моделей. Со временем, практика показывает, что такое разномодельное эволюционное прогнозирование с обратной связью позволяет давать достаточно точные и объективные прогнозы.

Таким образом, технология СПАКОД позволяет эволюционно и постепенно наращивать как саму информационную модель (и требуемые для ее функционирования ресурсы), так и точность прогнозирования.

Подчеркнем, что особенности создания системы сбора данных в основном зависят от поставленных задач и предметной области. Однако технология СПАКОД позволяет в процессе информационного моделирования выявлять недостающие данные, определять, где их можно получить, и управлять процессом сбора данных в реальном масштабе времени. Сбор данных может осуществляться как автоматически в различных компьютерных сетях (Интернет), так и с использованием специальных и других технологий, включая специально подготовленных людей или роботизированные системы. Известны различные технологии сбора данных, но их целесообразно рассматривать после начального создания информационной модели сложной предметной области.

Если технологии сбора данных сильно зависят от возможностей людей, то следующие этапы: обработка и прогнозирование – позволяют практически полностью автоматизировать весь процесс и максимально сократить количество требуемого персонала. Кроме того, существуют различные способы разграничения доступа, при которых информация о реально решаемых задачах и получаемых результатах доступна только высшему руководству и системным администраторам СПАКОД.

### 1.3. Анализ принципиально новых возможностей информатизации

Попробуем разобраться, что принципиально нового дает информатизация. Прежде всего, информатизация – это применение компьютерных технологий. В современном состоянии это означает повсеместное использование территориально распределенных гетерогенных компьютерных сетей и систем. Необходимо сразу же выделить два принципиально разных уровня:

- физический ("железо": оборудование, каналы связи и т.д.) и
- логический ("софт": программное обеспечение, алгоритмы, данные и т.п.).

По существу, компьютеры материализуют человеческие мысли, т.е. выполняют написанные по определенным алгоритмам программы. Алгоритмы могут быть самыми различными. Человек, разрабатывая алгоритм и создавая программу, как бы отделяет от себя свои мысли, дает им самостоятельную жизнь, но потом может воспользоваться результатами выполнения своих программ. До тех пор, пока не создан искусственный интеллект, компьютер является усилителем мыслительной деятельности человека! Это самое принципиальное свойство информатизации: усиливать человеческие интеллектуальные способности. Т.е., если мыслей и интеллекта НЕТ, то и усиливать НЕЧЕГО! Ноль, помноженный на любое число, все равно дает в результате ноль!

Основные процессы, которые автоматизирует информатика: сбор, передача, обработка, хранение и представление данных (информации, сведений и т.п.). По всем этим пяти направлениям компьютеры усиливают и/или расширяют человеческие возможности (способности). Кроме того, с помощью компьютера человек может создавать новую информацию (данные). Отметим, что принято различать понятия: информация, сведения, данные – и близкие к ним, но на данном этапе анализа нет необходимости в этом и все их можно использовать как синонимы (до определенного момента, который надо отдельно оговаривать).

Кратко проанализируем эти пять направлений, но опустим для краткости оценку их реальных возможностей и этичности.

**Сбор информации.** Компьютерные системы и сети позволяют собирать (получать) человеку практически всю документированную и переведенную в электронный вид информацию. Не будем говорить о закрытой и конфиденциальной информации, а рассмотрим теоретические возможности человека по сбору любой доступной информации. Фактически, информатизация позволяет человеку собирать любую информацию, т.е. возможности человека по сбору информации становятся безграничными.

**Передача информации.** Современные средства компьютерной телекоммуникации позволяют передавать информацию в очень больших объемах практически в реальном масштабе времени на любые расстояния и многим получателям одновременно. Возможности человека и здесь практически ничем не ограничены (в разумных пределах, конечно же). Особо надо подчеркнуть, что передача позволяет взаимодействовать большому количеству людей в реальном масштабе времени. Есть ограничения по скоростям передачи данных, но в целом даже видеоизображение уже может передаваться в реальном масштабе и без особых финансовых затрат.

**Обработка информации.** В этом направлении все зависит от формализуемости и наличия четких алгоритмов обработки информации. Все операции, для которых разработаны алгоритмы, могут быть выполнены на компьютерах. Возможности здесь, конечно же, ограничены, но все же компьютеры позволяют весьма существенно усилить человеческие способности и проводить обработку огромных массивов информации достаточно быстро. Пожалуй, именно в обработке информации еще есть большие резервы для усиления человеческого мышления (по возможности и мере необходимости).

**Хранение информации.** При соблюдении определенных условий хранить можно практически бесконечные объемы информации. Отдельный вопрос – это своевременный доступ к требуемой информации, но здесь еще очень много нерешенных научно-технических проблем. (Для решения этих проблем можно применять, например, миварное информационное пространство, позволяющее в едином формате хранить и данные, и правила (процедуры, программы и т.п.) их обработки). Таким образом, хранить можно бесконечно много данных, но вот с доступом к ним пока есть существенные проблемы (что сильно связано с обработкой информации).

**Представление информации.** В этом направлении все зависит от требуемых форм представления информации, ее публикации и распространения. Практически все известные формы представления информации доступны для современных компьютеров: видео, голос, запахи, тактильные ощущения и многое другое для всех органов чувств человека. При определенных усилиях человеку доступны все формы и виды представления информации. Отметим, что человек может создавать любую информацию, но для обмена ею с другими людьми надо представить ее в некоторой доступной для других форме.

**Перейдем к управлению.** По сути, любое управление – это достижение некоторой цели, некоторого требуемого состояния по определенным алгоритмам в конкретных внешних условиях и при учете неизбежных ограничений. Фактически для любого управления может быть создана некоторая модель на основе параметров и алгоритмов. Для решения задач управления современные компьютеры могут оказать значительную помощь, но, к сожалению, не во всех областях. Как было показано выше, если задачу управления можно строго описать, создать четкие алгоритмы и задать пороговые значения всех параметров, то компьютерная система даже без участия человека сможет отлично выполнять функции управления.

## **1.4. Познающе-диагностические автоматизированные информационные системы и сложные предметные области**

Для определения предельных требований к автоматизированным системам необходимо описать максимально сложные условия для их применения. Как известно, выделяют классы познавательных и диагностических автоматизированных систем обработки информации (АСОИ) [72]. Основной задачей познавательных систем является изучение новой сложной предметной области без существенных ограничений по времени работы. Задачей диагностических систем является другая крайность – в минимальное время принимать решения в динамической формализованной области. Представляется, что наиболее сложным случаем является сочетание этих двух систем, когда на неизвестной исследуемой предметной области надо распознавать ее состояние и принимать решения в минимальное время. Такие познающе-диагностические АСОИ являются наиболее сложными, и в них отрабатываются новые подходы, модели, методы и алгоритмы. Практически все реальные сложные проблемы менеджмента относятся именно к познающе-диагностическим задачам.

Таким образом, для обоснованной классификации управленческих АСОИ целесообразно сформулировать наиболее важные условия и категории сложности различных предметных областей. Все управленческие АСОИ и программы можно будет разбить на классы решаемых задач по соответствующей сложности. Тогда, все разнообразные пользователи смогут обоснованно выбирать для себя наиболее подходящие конкретные АСОИ. С научной точки зрения, наибольший интерес представляют именно максимальные условия сложности предметной области. Ведь если некоторая АСОИ создана для максимально сложного случая, то она сможет решать и более простые задачи даже в упрощенном варианте самой АСОИ.

Кроме того, исследуя максимально сложные случаи, можно определить и предельные возможности современных АСОИ, выявить основные научные проблемы и приступить к их целенаправленному решению. Насколько нам известно, наиболее сложными считаются следующие условия для системы управления:

- 1) сложный, большой, разнообразный, изменяющийся и развивающийся объект управления, когда принципиально нельзя сделать его полную информационную модель;
- 2) объективное наличие и сильное влияние фактора случайности событий, их непредсказуемости;
- 3) агрессивная внешняя среда с частыми, неожиданными и очень быстрыми изменениями (нельзя применять только статистические модели);
- 4) ограниченные внешние и внутренние ресурсы, которых заведомо не хватает для всех, что и порождает конфликты и конкуренцию;
- 5) наличие не менее интеллектуальных и не менее сильных объектов-противников или конкурентов (обман и комбинации);
- 6) проблемы со своевременностью получения и передачи сигналов управления: длительные задержки при передаче сигналов управления и получения сигналов с датчиков (в пределе – счет идет на секунды);
- 7) проблемы с полнотой требуемых исходных данных (не все данные в наличии, более того, реально все данные невозможно получить никогда);
- 8) проблемы с достоверностью получаемых исходных данных, т.е. неправильные или ошибочные данные по разным причинам;
- 9) важность и сложность принимаемых решений ("ценою в жизнь").

Возможно, это еще не все условия, и данная проблема требует отдельного изучения. Важно, что в таких случаях принципиально нельзя создать идеальную систему управления (не хватает либо ресурсов, либо времени, либо чего-то еще). Как правило, существует несколько

вариантов создания таких систем управления, из которых надо выбрать оптимальный. Принципиально, что на выходе получают квазиоптимальную систему, а так как внешняя среда и противники постоянно изменяются, то и эта система должна быть открытой и эволюционной. Важно еще и то, что, когда некие действия уже начались, у менеджеров не будет времени на раздумывания и создание новых планов действий, а остается только выбрать какой-то один заранее разработанный план и реализовывать его, осознавая всю ответственность и, возможно, немного модернизируя и уточняя его.

Отметим, что для таких сверхсложных систем существующие традиционные базы данных и простейшие экспертные системы не могут быть адекватными. Именно для таких максимально сложных случаев и разрабатывались новые перспективные миварные базы данных и правил и миварное информационное пространство [46-126, 303, 354-355, 503-504]. Миварные базы данных и правил разработаны именно для познающе-диагностических систем реального времени. Отметим, что в миварном информационном пространстве возможно одновременное моделирование в реальном времени нескольких информационных моделей, сопоставление их результатов и разработка различных прогнозов. Это вполне соответствует современным направлениям: сервисно-ориентированные архитектуры, "облачные" вычисления, многоагентные системы – хотя все это разрабатывалось в миварах независимо и параллельно.

## 1.5. Обзор технологий ИИ и сравнение с миварным подходом

За основу описания области ИИ мы взяли книгу Джорджа Люгера [264], которая была написана в 2001 году и фактически обобщает итоги 20 века в области ИИ. Конечно же, мы учитывали и более современный материал, который излагался в статьях, докладах, книгах и отражен в списке литературы. Тем не менее, основные выводы и положения работы Люгера не утратили своей актуальности, а следовательно, можно сравнивать миварный подход с достижениями в области ИИ.

Итак, основной целью своей работы Дж. Люгер считал "... объединение разрозненных областей искусственного интеллекта с помощью детального описания его теоретических основ ..." [264, стр. 20]. Для адекватности изложения материала будем приводить достаточно подробные цитаты, особенно в тех случаях, когда мы согласны с автором. Постараемся собрать таким образом общую аксиоматику в области ИИ, а затем сравнивать ее с миварными технологиями. "Интеллект – это сложная область знаний, которую невозможно описать с помощью какой-то одной теории. Ученые строят целую иерархию теорий, характеризующие его на разных уровнях абстракции" [264, стр. 20]. Там же выделены три уровня:

1) на самом низком уровне находятся нейронные сети, генетические алгоритмы и другие формы эволюционирующих вычислений, позволяющие понять процессы адаптации, восприятия, воплощения и взаимодействия с физическим миром, лежащим в основе любой формы интеллектуальной деятельности;

2) на втором уровне лежат более строгие шаблоны логического вывода, а ученые изучают схемы дедукции, абдукции, индукции, поддержки истинности и другие бесчисленные модели и принципы рассуждений;

3) на третьем уровне абстракции разработчики экспертных систем, интеллектуальных агентов, систем понимания естественного языка пытаются определить роль социальных процессов в создании, передаче и подкреплении знаний.

Отметим, что в наших работах предложено примерно такое же выделение уровней исследований в области ИИ, но с добавлением на третьем уровне проблем исследования искусственной личности, сознания и т.п.

Миварный подход предназначен, прежде всего, для работы на втором уровне, который мы расширяем с логической обработки до обработки информации с учетом автоматического конструирования алгоритмов (это относилось ранее к области создания ИППП). Кроме того, наш опыт создания интеллектуальных систем показал, что на этом уровне необходимо учитывать и традиционные вычислительные процедуры или подпрограммы. Из наиболее известных формализмов, кроме миваров этому соответствует подход на основе сервисов или агентов. Есть некая задача; ее формулируют в виде сервиса или агента и затем формализуют в виде "черного ящика" – процедуры с описанием входных и выходных данных. Миварный подход основывается на представлении всей информации в виде "тройки": "вещь-свойство-отношение". Тогда все процедуры, подпрограммы, агенты, сервисы и т.п. могут быть представлены в виде неких отношений, которые хранятся в базе данных, а при необходимости запускаются на основе миварной сети. Миварный подход позволяет для одной предметной области хранить несколько разных процедур, решающих одинаковые задачи. Более того, если вычислительные ресурсы позволяют, то все эти процедуры могут запускаться одновременно, а потом на основе конкуренции из представленных ими результатов выбирается наиболее подходящий для каждого конкретного случая. Сразу отметим, что методы первого, рефлексного, уровня (в нашей трактовке) могут быть реализованы в виде точно таких же миварных процедур, включающих и нейронные сети, и генетические алгоритмы, и т.д.

В книге Люгера приведено довольно точное и краткое определение: "ИИ можно определить как область компьютерной науки, занимающуюся автоматизацией разумного поведения" [264, стр. 27]. ИИ опирается на теоретические и прикладные принципы компьютерной науки (информатики): структуры данных, алгоритмы, языки и методики программирования. Отметим: само понятие интеллекта определено не очень четко, что дает некую иллюзию использовать термин ИИ в качестве недостижимого горизонта, к которому надо стремиться, но невозможно достичь. К настоящему моменту времени все примерно так и происходит: если некая творческая проблема решается, т.е. ее удается формализовать и разработать соответствующие алгоритмы решения на компьютерах, то большинство ученых сразу объявляет эту проблему нетворческой, решение неинтеллектуальным и, таким образом, отодвигает горизонт (ИИ) дальше и дальше. Нечто подобное уже произошло с самой интеллектуальной игрой – шахматами, после того, как компьютеры стали уверенно обыгрывать самых лучших шахматистов-людей. Да, мы тоже согласны с тем, что, машина решает эти задачи не как человек... Тем не менее, уже достаточно большое количество промышленных автоматизированных систем решает сложные, "человеческие", задачи, а их пользователи-люди уже не могут обойтись без компьютеров.

Подчеркнем лишь то, что в этой области слишком много антропоморфности – человекоподобия, а следовательно, и субъективизма. Мы являемся сторонниками установления единых правил измерения интеллектуальности, т.е. некоей шкалы способности к активному отражению, где человеческий мозг – лишь очередное звено и двигаться к нему надо постепенно. Не надо забывать, что до создания человека природа прошла большой путь дарвиновского развития. Вместо того чтобы так же постепенно улучшать способности компьютера, т.е. повышать его интеллектуальность, люди ставят завышенные цели и не могут достичь их, а это приводит к разочарованию "публики" в науке. Что отражается и на финансовом состоянии современной науки. Более того, всякое компьютерное достижение сравнивают не с обычным "средним" человеком, а сразу с самым умным и гениальным... Если писать стихи, то как Пушкин. А много ли таких Пушкиных среди людей? Объективно говоря, наши требования к компьютерам очень сильно завышены. Это с одной стороны. С другой стороны, для многих практических задач достаточно моделирования и реализации деятельности хотя бы простейших животных. Обычно на дискуссиях мы предлагаем сделать не разумного человека, а начать с таракана, собаки и т.п. Необходимо сначала разобраться с интеллектуальностью на уровне животных, что само по себе весьма полезно для промышленности, а уж потом "замахиваться" на создание искусственного человека. Нам не нужны искусственные люди: людей пока в достаточном количестве рожают наши любимые женщины. Кстати, в плане биологического клонирования человека – это тоже, в определенном смысле, проблема создания искусственных людей, т.е. ИИ. Нас интересует не биологический аспект, а создание технических систем. Тогда и приходим к выводу: смысл ИИ – создание усилителя человеческих возможностей. Если этот усилитель-ИИ будет работать полностью автономно, то возникнут проблемы выживания человека в борьбе со "злыми" роботами. Да, эти проблемы тоже лучше решать заранее, но все же, это несколько другие проблемы, хотя, безусловно, важные и актуальные.

## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.