

Когнитивный уровень искусственного интеллекта

А. В. Чечкин¹

Цель. Обсуждение когнитивного уровня и обосновать основной принцип искусственного интеллекта умных систем, человекоцентричность — подчинение и служение человеку (хозяину).

Методы. Подчеркивается центральная роль радикальной (избыточной) модели театра действий умной системы как ядра искусственного интеллекта. Обсуждаются этапы создания ультрасистемы обеспечения информационно-системной безопасности умной системы, ее интеллектуального планирования действий и ситуационного управления поведением в театре ее действий, включая развитие самой системы и разумное преобразование театра ее действий.

Результаты. Выделяются пять основных уровней развития искусственного интеллекта. Изучаются особенности первой и второй сигнальных систем (первичного и языкового сенсориумов). Выделяется информационная и системная нештатности умной системы как точки роста ее интеллектуального развития на базе машинного обучения. Исследуется коллективный искусственный интеллект группы умных систем в рамках их единого театра действий и подчинения человеку-хозяину группировки. Обосновывается принцип человеко-центрического целеполагания любой технической умной системы, определяемый безоговорочному подчинению ее своему человеку-хозяину. Обсуждаются соответствующие требования к ультрасистеме и ее языковой операционной системе интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением отдельной умной системы или коллектива умных систем. Рассматриваются проблемы развития отдельной умной системы, реинжиниринга коллектива таких систем и проблема разумного преобразования театра действий такого коллектива.

Ключевые слова: когнитивность естественного интеллекта, автоматизированная умная система, коллективный искусственный интеллект, радикал, язык, интернет вещей, интерфейс, информационно-системная безопасность, тактическое и оперативное планирование действий умной системы.

¹ Чечкин Александр Витальевич — доктор физ.-мат. наук, профессор, Военная академия РВСН имени Петра Великого & Финансовый университет при правительстве Российской Федерации e-mail: a.chechkin@mail.ru

Chechkin Alexander Vitalievich — Doctor of Phys.-Math. Sci., Professor, Strategic Missile Forces Military Academy named after Peter the Great & Financial University under the Government of the Russian Federation.

1. Введение. Роль рефлексии в искусственном интеллекте

В статье [1] был выдвинут и обоснован тезис о необходимом и достаточном условии наличия искусственного интеллекта (ИИ) в отдельной умной системе (УС). В тезисе подчеркивалось, что *для наличия ИИ в УС* требуется присутствие следующих двух частей: 1) *необходима избыточность (радикальность) образной (чувственной) модели, включающей модель самой УС и модель всего театра действий УС в форме первичного сенсориума УС (первой сигнальной системы УС), и 2) достаточно выделение части этого первичного сенсориума в особой форме вторичной сигнальной системы УС, в (осознанной) форме языкового сенсориума УС.* Языковой сенсориум УС выступает дубликатом выделенной, осознанной части первичного сенсориума УС. Именно языковая форма сенсориума УС имеет легко доступный для самой УС дополнительный языковой (символьный) способ его активации и этим делает языковой сенсориум механизмом познания осознанной части первичного сенсориума. Языковой сенсориум позволяет самой УС *структурировать, изучать, исследовать и развивать* осознанную часть первичного сенсориума УС. При этом, одновременно развивается сам язык УС. Кроме того, благодаря именно наличию языкового сенсориума, происходит углубленное развитие элементов искусственного интеллекта (ИИ) УС и, как следствие, происходит ускоряющееся развитие как самой УС так и разумное преобразование театра ее действий.

В работе [1] было рассмотрено развитие языкового сенсориума вплоть до образования **ядра ИИ УС**, т.е до образования **единой радикальной модели УС** в рамках ее театра действий в виде распределенной БД и БЗ УС. Ядро ИИ УС является избыточным информационно-системным ресурсом УС в форме среды радикалов. В настоящей статье обсудим подробно верхний иерархический уровень языкового сенсориума, надстройку ядра ИИ УС, которая является ультрасистемой с языковой операционной системой интеллектуального планирования (целеполагания) и ситуационного управления поведением УС в рамках театра действий УС. Этот уровень реализует **когнитивные свойства языкового сенсориума** и, следовательно, когнитивные свойства ИИ УС. Именно на этом уровне со стороны УС появляется *мировозренческая оценка осознанной части* первичного сенсориума УС в форме картины познанного мира УС и признания наличия *неосознанной (непознанной, подсознательной) части* первичного сенсориума УС. Именно на этом когнитивном уровне ИИ УС осуществляется процесс осознанного целеполагания УС и интеллектуального управления поведенческой активностью

УС в рамках театра ее действий. В результате чего языковой сенсориум формируется в автоматизированную *ультрасистему* УС, рис. 1.



Рис. 1. Языковой сенсориум УС как ультрасистема интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением УС

Исходным для образования и функционирования когнитивного уровня УС является свойство *рефлексии* УС в рамках ее театра действий. Рефлексия УС означает явное выделение собственного «Я» и включение его доминантой в языковую единую радикальную модель УС. Рефлексия УС начинается тогда, когда среди объектов своего театра действий УС вводит особый объект этого театра действий, а именно саму себя, УС, в виде специфического объекта театра действий. Это проявляется в форме уникального языкового радикала, «Я-УС» в единой радикальной модели УС. Семантика такого языкового радикала отождествляется со всей УС, включая весь ее театр действий, ее обоих сенсориумов УС, первичного и языкового, ее ядро и будущую надстройку ядра ИИ УС.

Такое самовыделение со стороны УС самой себя в единой радикальной языковой модели УС, когда среди разнообразных конкретных объектов осознанной части первичного сенсориума УС в некоторый момент появился объект «Я». Осознанный объект самой себя УС, носит название *рефлексивность искусственного интеллекта*.

ВЫВОД. Объект, самовыделенная «Я-УС» в рамках театра действия УС, должен обладать в будущей надстройке ядра ИИ УС, по крайней мере, тремя качествами: *оценочное «Я-УС» (Какая «Я»?), когнитивное «Я-УС» (Что мне делать и зачем?), поведенческое «Я-УС» (Как мне делать?)*. С этого момента в языковом сенсориуме появляется и развивается верхний когнитивный иерархический уровень ИИ УС в форме языковой *операционной системы* планирования и управления поведением УС. Такая операционная система завершает формирование всего языкового сенсориума в автоматизированную ультрасистему *интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением УС под руководством человека-хозяина УС*, [2, 4, 5], рис. 1.

Напомним, что в языковом сенсориуме УС развиваются следующие пять иерархических структурных интеллектуальных уровня развития.

Первый уровень — это *первичный сенсориум УС*, как постоянно расширяющаяся избыточная система сбора и хранения чувственных образов мониторинга самой УС себя и своего театра действий, безусловных и условных рефлексов УС, система приобретения и хранения навыков жизнеобеспечения УС, технологий жизнеобеспечения УС и правил действий УС в рамках ее театра действий [3].

Второй уровень — это выделение и развитие в первичном сенсориуме УС двух частей, *осознанной и подсознательной*. Выделение осознанной части происходит благодаря появлению в УС второй сигнальной системы в форме языка. Сначала это происходит путем наименования, номинирования языковыми символами–именами осознанной части особо значимых объектов и отношений первичного сенсориума. Номинированные объекты и отношения в первичном сенсориуме образуют его осознанную (основную) часть, которая в дальнейшем постоянно расширяется за счет подсознательной части и изучается. В результате происходит постоянное расширение и углубление познания осознанной части. При этом одновременно продолжается постоянное расширение первичного сенсориума в силу появления нового для УС внутри и вокруг нее, в силу изменчивости самой УС и окружающего мира УС в рамках театра ее действий [3].

Третий уровень — это появление слов-понятий или языковое выделение классов объектов, отношений этих объектов и классов навыков УС, развитие *лексики* языка. Лексика является созданием *языковой координатной системы понятий, языковой классификацией* объектов, отношений и навыков поведения УС в осознанной части театра ее действий, путем выделения классов объективного сходства, эквивалентности, порядка и присвоения этим классам языковых символов слов-понятий. В результате появления лексики, терминологии языка в языковом сенсори-

уме организуется информационный уровень ультрасистемы, рис. 1, который постоянно расширяется вширь, вглубь и становится *опорной сетью* будущей *единой языковой радикальной модели мира УС* [2, 3].

Четвертый уровень — это развитие *ядра ИИ УС* в форме информационного описания объектов, отношений, и навыков в опорной сети в форме языкового информационно-системного ресурса данных, знаний, умений и технологий УС. Путем постоянной реструктуризации опорной координатной сети понятий лексика преобразуется в форму *распределенной БД и БЗ УС*. Такая БД и БЗ является ядром ИИ УС, информационно-системным ресурсом или языковой единой радикальной моделью мира УС в рамках ее театра действий. Этот ресурс появляется и развивается в результате поведенческой активности УС, путем самообучения и приобретения опыта УС. В УС на четвертом иерархическом уровне ИИ УС постоянно происходят два параллельных процесса *ультраоснащенный* языковой опорной координатной сети понятий, *ультрамножественное* (создание распределенной БД) и *ультраоператорное* (создание распределенной БЗ), [2, 4, 5].

Пятый когнитивный уровень — это высший уровень ультрасистемы, рис. 1, результат появления рефлексии УС, когда в осознанной части первичного сенсорiums УС происходит выделение специфического объекта театра действий УС самой себя УС и номинирования ее словом «Я». В результате в языковом сенсорiums появляется и развивается особый иерархический уровень, когда в единой радикальной модели УС появляются сначала понимание о наличии объекта — самой себя УС, затем *оценивание* свойств этого объекта, понимание о своих данных, своих знаниях, своих умениях и своих технологиях, о своей языковой единой радикальной модели мира УС в рамках театра своего действия и, наконец, появляется языковая операционная система, рис. 1.

В настоящей статье далее рассмотрим подробно как, благодаря рефлексии, когнитивный уровень УС обрывает особую нового типа «данными, знаниями, умениями и технологиями о своих данных, о своих знаниях, о своих умениях», которые далее УС широко использует для интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением УС в рамках своего театра действий посредством языковой операционной системы.

2. Основной принцип целеполагания умной технической системы

Сначала отметим, что естественный интеллект (ЕИ) человека не передается по наследству. Каждый раз ЕИ возникает и развивается заново с

рождением человека, благодаря и вместе с освоением второй сигнальной системы, с обучения естественному языку человека. Каков язык человека, таков его ЕИ. При этом уже на самых ранних этапах развития человека у него наблюдаются появление и далее постоянное и бурное развитие всех аналогичных пяти языковым иерархическим уровням, которые были рассмотрены в п. 1. При этом в технических УС все пять уровней определяют интеллектуальную надстройку УС в форме *ультрасистемы* УС над *опорной системой* (над самой УС вместе с ее театром действий) [2, 4, 5], являющейся ИИ УС, рис. 1.

С появлением пятого когнитивного уровня ИИ УС, языковой сенсориум УС приобретает новые важные качества, понимание тройственного качества самой УС, *оценочное «Я»* (Какая «Я»?), *когнитивное «Я»* (Что мне делать? Какая моя цель и почему?), *поведенческое «Я»* (Как мне это делать?). Теперь для ИИ УС в мире имеется объект «Я» и все остальное «вне Я». При этом понимание «вне Я» определяется семантикой, которая находится в единой радикальной модели УС, включающая первичный сенсориум УС и языковой сенсориум УС. Более того эта единая модель мира определяет теперь не только то, что «вне Я», но и собственные качества самой себя, семантику «Я», рис. 1. Обсудим это подробнее.

2.1. Оценочное «Я» (Какая «Я»?). Единая радикальная модель УС, являющаяся ядром ИИ УС, является избыточным информационно-системным ресурсом этого «Я» [2]. Качество такого ресурса становится для «Я» качеством самой себя — УС. Теперь для УС единая модель мира УС — это «мой ресурс». УС может оценивать свою единую модель и квалифицировать ее, давать оценку своих данных, своих знаний, своих рефлексов, своих навыков, своего театра действий, т.е. детальную оценку самого «Я». При этом такая оценка должна относиться как к своим собственным данным, знаниям, рефлексам всего осознанного и подсознательного в первичном сенсориуме, относящегося к самой УС, но так же оценку всего своего театра действий. Этим в ультрасистеме определяется первое качество рефлексии УС, *оценочное «Я»*, «свои возможности в рамках своего театра действий».

2.2. Когнитивное «Я» (Что мне делать и зачем?) — Целеполагание УС. Рассмотрим концептуальные вопросы *поведения УС в рамках своего театра действий*. Так как техническая УС предполагается искусственной целенаправленной и автоматизированной системой, Т.Е. УС является человеко-ориентированной. В силу тактико-технического задания (ТТЗ) при своем проектировании и создании УС имеет в каждый момент своего функционирования свое индивидуальное предназначение (Зачем нужна эта система? Какая нужна эта система? Для чего такая система?). Дерево целей всякой целенаправленной системы имеет обычно нечеткую структуру частично упорядоченную по важности, по

значимости целей. При этом такое дерево целей обычно удобно разбить на три нечеткие части, стратегическую, тактическую и оперативную, с размытыми границами. **Стратегическая часть** дерева целей — это долгосрочные цели, опирающиеся на *концептуальную мировоззренческую картину мира* целенаправленной системы в рамках ее театра действий, на *идеологию и миропонимание*, целесообразности существования такой системы. Стратегическая часть включает цели, относящиеся к *обновлению и реорганизации самой системы*, а также к *расширению театра действий системы* и к *преобразованию театра действий*. **Вторая часть** — *тактическая часть* дерева целей. Это — среднесрочные задачи, которые призваны реализовать стратегические цели. Они включают задачи, относящиеся к *обучению и развитию самой системы*, а также к некоторым *изменениям* и к *модификации театра действий системы*. **Третья часть** — *оперативная часть* дерева целей. Это — ближнесрочные, ситуационные задачи. Они включают задачи, относящиеся к текущим обновлениям системы, а также к текущим изменениям в театре действий системы.

Если стратегические цели УС отвечают на вопрос «Что собирается сделать УС в будущем?», то тактические задачи отвечают на вопрос «Как сделать то, что желает сделать УС?» Средневековый китайский полководец Сунь Цзы считал: «Стратегия без тактики — это самый медленный путь к победе. Тактика без стратегии — это просто суета перед поражением». Наконец, оперативные задачи отвечают на вопрос «Что делать УС здесь и сейчас?».

Перейдем к формулировке **основного человеко-центрического принципа ИИ УС — подчинение человеку — своему хозяину**. Любая техническая УС является участником (агентом) некоторой группировки умных систем с бинарным деревом полного иерархического подчинения каждого участника группировки своему одному лидеру. Без лидера техническая УС не функционирует. Цели и задачи, поставленные лидером перед УС являются для данной УС безприкословными к исполнению, непрекаемыми, обязательными к выполнению. Лидер формулирует и контролирует исполнение своих целевых заданий для подчиненной УС, которые определяют верхнюю стратегическую часть дерева целей этой УС. Каждая техническая УС в группировке, исходя из целевого задания, сама планирует свою тактическую часть и оперативную часть своего дерева целей. Любой лидер в группировке имеет подчиненные УС и является или технической УС или человеком. Если человек в группировке подчиняется лидеру, то такой лидер обязательно человек. Если лидером технической УС является человек, то он называется хозяином для данной УС и для всех других УС, которые подчиняются этой УС. Группировка УС является многоагентной

системой. Хозяин группировки УС имеет право изменять вплоть до отмены целевое задание любой УС, для которой он является хозяином.

Следствия из основного человеко-центрического принципа ИИ технической УС.

– **Стратегические цели технической УС** всегда определяются или контролируются человеком — хозяином такой УС. Человек-хозяин определяет идеологию и мировоззрение УС, он отвечает за системный анализ УС и за системный синтез УС, отвечает за стратегические цели УС и всей группировки, за обучение методам оперативного целеполагания отдельных УС — участников группировки.

– **Тактические задачи УС** — это дело и обязанность человека-хозяина при формулировке ТТЗ для УС для когнитивного уровня ИИ технической УС. Планирование и управление реализацией тактических задач — это дело языковой операционной системы, точнее интеллектуального планирования и далее ситуационного управления поведением самой УС по реализации целевого задания для УС, полученного от своего лидера.

– **Оперативные задачи УС** — это дело и обязанность целиком языковой операционной системы интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением самой УС, включая оперативное планирование УС с учетом текущей ситуации в каждой УС и в театре ее действий, а так же ситуационное управление коррекцией тактических и оперативных задач УС по принципу «здесь и сейчас», но с согласия человека-хозяина этой УС.

2.3. Поведенческое «Я-УС» (Как мне делать?) Главное качество выстроенной в рамках языкового сенсориума ядра ИИ УС, как распределенной структуры языковой единой радикальной модели УС, состоит в том, что модель является избыточным распределенным информационно-системным ресурсом УС. Благодаря языковой, символической природе и радикальной форме, избыточный распределенный информационно-системный ресурс УС [1] обладает *навигационно эффективным доступом к любой локальной зоне* (ЛБД, ЛБЗ) для его активирования и использования через канал языковой связи при реализации интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением УС. Обсудим подробнее проблему эффективности локального активирования запросами соответствующих ЛБД и ЛБЗ единой радикальной модели мира УС через каналы языковой связи УС, рис. 1.

Во-первых, ультрасистема языкового сенсориума, рис. 1, отвечает за: постоянное развитие УС, саморасширение, саморазвитие обоих сенсориумов УС, первичного и языкового, самообновления, дополнения и модификации информационно-системного ресурса УС, постоянное введение новых объектов, новых классов объектов, новых задач, новых методов их

решения, новых отношений между ними, т.е. постоянное расширение и развитие ИИ УС. И все это опирается, с одной стороны, на существование функционирования языковой операционной системы, но, одновременно, это связано с уточнением, расширением и саморазвитием самого языкового сенсориума в рамках ультрасистемы УС.

Во-вторых, развитие ультрасистемы УС не только постоянно сопровождается *обновлением*: расширением языковой опорной координатной сети, появлением новых классов объектов или отношений, или навыков (технологий). Еще в ультрасистеме УС постоянно происходят одновременно и параллельно *ультраоснащения* новых опорных множеств и операторов. Тем самым в ультрасистеме происходит *развитие* языковой распределенной сети новых ЛБД и ЛБЗ, т.е. пополнения, дополнения и модификация информационно-системного ресурса УС [1]. Постоянно появляются новые классы задач, методов, алгоритмов, программ и далее новые разработки соответствующих им ЛБД и ЛБЗ. Под интеллектуальным планированием и ситуационным управлением языковой операционной системы ультрасистемы непрерывно происходит постоянное *развитие первичного и языкового сенсориумов УС* и, как следствие, коррекция и *развитие языковой единой радикальной модели мира УС*.

Ультрасистема интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением УС, исходя из своих целевых заданий УС, которые формулируются лидером УС и контролируются человеком — хозяином УС, планирует для операционной подсистемы тактические задачи УС, реализует их с учетом ситуации в театре действий и с учетом спланированного порядка. Далее операционная подсистема осуществляет когнитивное управление поведением УС в рамках театра действий УС при постоянном самоконтроле и учете появляющихся конфликтов в УС и во всем театре действий УС. Если стратегические цели требуют, то операционная система с согласия человека-хозяина организует и реализует проведение разумной *перестройки театра действий УС*.

3. Человеко–центрические требования к ИИ УС

Обсудим главные требования к ультрасистеме интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением технической УС в рамках театра действий УС, а значит к ИИ УС, рис. 1.

Стратегическая часть требований технической УС всегда будет за человеком - хозяином: это идеология и мировоззрение, мышление и познание, учет соотношения подсознательной и осознанной частей сенсориума, метафизическая и научная картина мира, прогнозирование будущего и стратегическое целеполагание.

3.1. Качества ИИ, которые обязательны для технической УС:

Когнитивность УС (оперативная часть, «здесь и сейчас») — системный анализ и системный синтез, интеллектуальное планирование и ситуационное управление поведением технической УС, выделение нестандартных ситуаций, изучение нестандартных задач, поиск и разработка новых алгоритмов, приобретение новых навыков, поиск и открытие новых технологий;

Информативность УС — средства понимания сведений о чем-либо;

Коммуникативность УС — средства связи при общении с другими УС;

Активационность УС — средства воздействия сведений на другие УС;

Оценочность УС — средства сбора данных и оценивания чего-либо;

Рефлексивность УС — самообщение, целеполагание, саморазвитие;

Номинативность УС — средства уникально именовать что-либо.

3.2. Три одновременных процесса в ультрасистеме УС. ИИ технической УС должен быть *открытой, развивающейся* системой. Все тактические задачи УС на разных этапах жизненного цикла УС делятся на три больших класса: задачи *целевые* (назначения), *сенсорные* (ситуационные) и *сертификационные* (гомеостатические). *Целевые задачи УС* нацелены непосредственно на планирование и выполнение тактических задач по основному назначению УС, *сенсорные задачи УС* обеспечивают сервисный мониторинг, сбор информации об УС и обо всем театре действий УС (принцип «здесь и сейчас»), *сертификационные задачи УС* имеют своей целью тестирование, проверку на целостность и нормативную готовность всех подсистем УС (принцип «гештальта»).

На базе избыточного информационно-системного ресурса УС языковая операционная система планирования и управления поведением УС в рамках распределенной радикальной БД и БЗ модели УС осуществляет одновременно три следующих информационных процесса: *текущий целевой* (решение очередной тактической задачи во исполнение целевого указания лидера) по принципу «целесообразность поведения», *текущий сенсорный* (непрерывный сбор ситуационной информации по принципу «здесь и сейчас» и коммуникационному принципу «что нового сообщают другие УС») и, наконец, *текущий сертификационный процесс* по принципу «закрывание гештальта» (обеспечение гомеостаза УС и всего театра действий УС), рис. 2.

ВЫВОДЫ.

1) При выполнении текущего целевого процесса в УС должен проводиться постоянный мониторинг на появление в УС и в театре его действий новых конфликтов по принципу «не навреди себе». Организация устранения этих конфликтов.



Рис. 2. Активационные процессы в языковой единой радикальной модели мира УС: целевой, сенсорный и сертификационный

2) При проведении текущего сенсорного процесса в УС и в театре ее действий должны во время вноситься и учитываться ситуационные изменения в единую модель УС.

3) При проведении текущих сертификационных коррекций и восстановления целостности систем, требуется следить за рабочим состоянием всех необходимых для эффективного поведения УС сервисных систем.

3.3. Штатные и нештатные ситуации и тактические задачи УС.

Нештатные ситуации и задачи являются основными точками роста, обновления, развития УС и преобразования театра действий УС. В случае успешного преодоления нештатности ее переводят в класс штатных ресурсов УС. При таком развитии сам ИИ УС обновляется, обучается, расширяет класс своих штатных ситуаций, задач и средств их решения. В результате функционирования УС в нештатных ситуациях происходит *самообучение УС, саморазвитие УС и целенаправленное преобразование театра действий УС.*

Штатные ситуации и задачи УС — это ситуации и задачи, регламентированные тактико-техническими требованиями к УС. Штатные ситуации и задачи — массовые и типовые для УС. Они должны быть хорошо изучены, заранее определенные и формализованные в единой радикальной модели УС. В языковой радикальной модели УС для всех штатных задач должны быть заранее разработаны и представлены устойчивые методы, конструктивные алгоритмы и эффективные программно-

технические средства (ПТС) их решения на разных этапах жизненного цикла УС. Следует отметить, что именно к *штатным задачам УС* в первую очередь предъявляются требования *оперативного (немедленного)* их решения с *минимальными ресурсозатратами*. Для штатных задач *фактор времени и фактор малозатратности* самые важные. Штатные ситуации и задачи должны быть заранее формализованы и оптимизированы по сложности, ресурсоемкости, быстродействию. Решение штатных задач должно быть доведено до навыков, до «автоматизма», до «решения с закрытыми глазами», т.е. методы их решения не должны постоянно требовать модификации и трудоемкой настройки этих методов при применении.

Нештатные ситуации и задачи УС — это ситуации и задачи, нерегламентированные для данной УС, непредставленные заранее в единой радикальной модели данной УС. Для таких ситуаций и задач в радикальной модели УС нет готовых описаний, методов и тем более нет готовых алгоритмов и программно-технических средств их решения. В рамках кибернетических (автоматных) систем, которые функционируют по заранее предусмотренным в них алгоритмам, нештатные задачи не относятся к области определения этих автоматов. Нештатные задачи автоматами не могут быть решены. Однако для умных (интеллектуальных) поведенческих систем, к которым относятся УС со специальной языковой ультрасистемой интеллектуального планирования и ситуационного управления в рамках ИИ УС (рис. 1), некоторые нештатные задачи автоматами не могут быть решены. Однако для умных (интеллектуальных) поведенческих систем, к которым относятся УС со специальной языковой ультрасистемой интеллектуального планирования и ситуационного управления в рамках ИИ УС (рис. 1), некоторые нештатные задачи решаются. Это происходит благодаря избыточности среды радикалов и когнитивности ее специализированного оснащения. При этом степень интеллектуальности языковой надстройки ИИ УС определяется именно теми нештатными задачами для данной УС, которые эта надстройка сможет преодолеть.

Нештатность — точки роста и развития УС. Идея преодоления нештатности в УС следующая — это либо поиск обновления радикальной модели в режиме обучения (с учителем) через запросы к лидеру и другим УС или обращения к поисковым системам по имеющемуся виртуальному глобальному пространству данных, знаний и умений и, далее, *закрепление* такого опыта *в режиме развития* самой УС, либо *организация попыток* преодоления нештатности (метод проб и ошибок) в рамках имеющейся радикальной модели, *оценивание этих попыток*. Наконец, возможна организация *необходимого преобразования* театра действий УС при согласовании со своим лидером.

Подчеркнем, что в случае нештатных ситуаций и нештатных задач на одно из первых мест для УС выдвигается *фактор риска*, связанный с неизвестностью последствий такого решения. Это отличает нештатные ситуации и задачи от штатных ситуаций и задач, для которых на пер-

вом месте для УС выступает *фактор времени и ресурсозатратности*. Поэтому при попытках учесть нештатные ситуации или решать нештатные задачи в УС должен быть предусмотрен анализ рисков в рамках ее радикальной модели, учет результатов проведенных попыток, так называемый, режим *самообучения*.

Удобно класс нештатных ситуаций и задач разбить как минимум на следующие два подкласса, а именно — ***слабо нештатные и сильно нештатные ситуации и задачи***. К слабо нештатным ситуациям и задачам для данной УС отнесем ситуации и задачи с частными (небольшими) отклонениями от штатных ситуаций и задач для УС. Например, когда появляются нештатные элементы в штатных ситуациях или нештатные ограничения в штатной задаче и др. Все остальные нештатные ситуации и задачи для данной УС отнесем к сильно нештатным ситуациям и задачам этой УС. Слабо нештатные ситуации и задачи требуют *модификации известных подходов и методов*. Например, к слабо нештатным задачам отнесем штатные задачи с *неполной исходной информацией*, или штатные задачи с *малой устойчивостью решения*, или штатные задачи с *неудовлетворительно высокой сложностью имеющихся алгоритмов* их решения и многие другие.

Типичным примером *слабо нештатных задач* является класс *некорректных* по Адамару задач. Для них разработаны эффективные подходы к их эффективному решению А. Н. Тихоновым, В. К. Ивановым, М. М. Лаврентьевым и др. Например, подход А. Н. Тихонова, который назван *регуляризацией некорректных задач (1963 г.)*, основан на введении специальных дополнительных ограничений в условия задачи, введения дополнительной, специфической для каждой задачи, информации о решении задачи. Причем, для каждой некорректной задачи вводятся свои, индивидуальные дополнительные ограничения, например, в форме компактных множеств [2].

Примером *сильно нештатной задачи* является *новая, во многом неизвестная* для ИИ УС задача, требующая *разработки принципиально* новой модели, нового математического аппарата, нового метода и тем самым часто нового алгоритма ее решения. Сильно нештатная задача обычно требует не только нового метода и алгоритма, но еще разработки новых программно-технических средств реализации ее решения, ее верификации и т.д. Например, в финансовой математике задача определения стоимости опциона являлась сильно нештатной задачей до 1973 года, когда была создана модель Блэка-Шоулза в 1973 году и выведена формула для стоимости опционов CALL и PUT европейского типа [2].

4. Информационно-системная безопасность УС

Все когнитивные требования к ИИ ультрасистемы УС удобно объединить в одном едином обобщенном глобальном требовании: «Обеспечения информационно-системной безопасности УС» [2].

4.1. Информационно-системная безопасность (ИСБ) УС. Требование ИСБ УС реализует целевую установку лидера данной УС. Понятие ИСБ УС является глобальным двуединым требованием, которое имеет тесно связанные между собой две стороны безопасности, *информационную* и *системную*. ИСБ УС включает в себя все частные случаи безопасности УС от экологической, энергетической и т.д. до функциональной безопасности, рис. 3.



Рис. 3. Ультрасистема обеспечения ИСБ УС

Сформулируем и обсудим обе стороны ИСБ УС.

Информационная сторона ИСБ УС. Каждая штатная задача жизненного цикла УС, включая целевые, сенсорные и сертификационные задачи, должна быть безусловно и эффективно решена, независимо от формы и полноты оперативной информации, от наличия помех, путем создания и логической обработки избыточной модели театра действий УС (языкового сенсориума широкой проблемной области УС), включающей в частности модель самой УС, модель театра действий УС. Избыточная модель должна являться необходимым условием обеспечения

решаемой штатной задачи и достаточным информационным и системным ресурсом для ее решения. Она должна быть надежно защищена от несанкционированного доступа (НСД) и т.п.

Каждая нештатная задача жизненного цикла УС должна быть в центре внимания УС, исследована на необходимость и возможность ее решения с согласия лидера в рамках его идеологии, мировоззрения и стратегических целей. При этом УС может использовать ресурсы избыточной модели, или воспользоваться запросами к глобальному информационно-системному (виртуальному) пространству за обновлениями, или организовать попытки решения задачи в режиме «проб и ошибок», или другим каким-либо способом самообучения, развития самой УС, вплоть до преобразований театра действий УС с согласия своего лидера.

Системная сторона ИСБ УС. *Каждая задача штатная или нештатная жизненного цикла УС*, в процессе своего решения, должна сопровождаться постоянным учетом всех последствий решения для самой УС и для театра ее действий путем постоянного сертифицирования избыточной модели, тестирования самой УС, анализа театра действий УС и устранения конфликтов для сохранения системной целостности, гомеостаза самой УС и театра ее действий в полном соответствии с целевыми заданиями УС от своего лидера.

4.2. Необходимость нейрокомпьютера для ультрасистемы УС. Обсудим программно-технические средства (ПТС) ультрасистемы ИИ УС, рис. 3. В вычислительной технике различают два принципиально отличных друг от друга типа процессоров, к которым относятся *аналоговые* и *цифровые*. Аналоговый процессор (нейросетевой, квантовый и др.), использует интерференцию физических полей. Он используется в следящих системах и ориентирован на максимальное *распараллеливание* вычислительного процесса, а, тем самым, на максимальную его *оперативность*. Техническая и программная реализация решения задач при использовании аналоговых процессоров опирается на *базис, который для краткости будем именовать нейросетевым*. Именно в этом базисе, например, с большой эффективностью и оперативностью можно решать задачи *распознавания образов, задачи экспресс-анализа*, многие *прямые задачи*. Часто аналоговые процессоры на основе сверточных нейронных сетей являются базовыми в следящих системах управления.

В отличие от аналогового, цифровой процессор сегодня использует *позиционную* систему записи чисел, *последовательный* вычислительный процесс, который опирается на базис, который будем называть *логическим*. Цифровой процессор архитектуры Дж. Фон Неймана основан на использовании линейной позиционной системы записи чисел и требует реализации (методологии) последовательной обработки информации, которая базируется на логическом базисе. Напомним, что основная опера-

ция в цифровом процессоре, *суммирование чисел*, происходит исключительно последовательно от меньших разрядов к старшим, с прерыванием и задержкой.

В логическом базисе цифрового процессора более эффективно решаются задачи, требующие учета и анализа *рисков неблагоприятных последствий*. К числу таких задач относятся, например, задачи принятия решений, задачи синтеза, обратные задачи, алгоритмически неразрешимые задачи.

Дуализм нейрокомпьютера. Двухкорневой термин *нейрокомпьютер (НК)*, своим названием как бы подчеркивает полезный *дуализм* нейрокомпьютерной реализации радикальной модели УС в форме среды радикалов. ПТС УС должно в перспективе быть устроено по типу распределенной вычислительной среды, образованной двумя видами процессоров аналоговыми (Нейро) и цифровыми (Комп), рис. 4. В перспективе, именно *нейрокомпьютеры*, сегодня видятся той распределенной вычислительной средой, которая базируется одновременно на двух типах процессоров. С одной стороны, такая среда имеет возможности нейросетевого базиса, на аналоговых процессорах, т.е. на нейросетевых или квантовых процессорах. С другой стороны, нейрокомпьютеры сохраняют возможности логического базиса цифровых процессоров фон-неймановского типа.

Рассмотрим более подробно идею эффективного сочетания, соотношения, распределения, аппаратной координации при нейрокомпьютерной реализации решения задач на разных этапах ЖЦ УС.

- **Штатные задачи** следует решать оперативно и малозатратно. В штатных задачах на первый план выступает фактор времени и эффективности. Поэтому рекомендуется их решать, по возможности, максимально используя механизмы распараллеливания, т.е. решать на аналоговых процессорах, в нейросетевом базисе. На языке технической реализации информационных процессов это означает, что при решении штатных задач желателен переход от логического базиса к нейросетевому базису. Интересно, что в физиологии это соответствует переводу процессов решения штатных задач в оперативный режим рефлексов, навыков, а в технике к следящим системам, рис. 3.

- **Слабо нештатные задачи** рекомендуется решать в смешанном логическом и нейросетевом базисе, эффективно сочетая последовательную и параллельную обработку информации на аналоговых и цифровых процессорах. При этом рекомендуется использовать элементы режима поиска в глобальном виртуальном пространстве, или обучения с учителем, или в режиме самообучения и принципа увеличения доли параллельной обработки.

Дуализм Нейро Компьютера	
Параллельная обработка (Нейро - от фактов)	Последовательная обработка (Комп - от цели)
1. Образная обработка (аналоговая)	1. Логическая обработка (цифровая)
2. Процессор архитектуры нейросеть	2. Процессор архитектуры Ф. Неймана
3. Ситуационная активация	3. Целенаправленная активация
4. Задачи анализа (прямые)	4. Задачи синтеза (обратные)
5. Сертификация радикалов	5. Снятие конфликтов в модели
6. Штатные задачи, следящие систем.	6. Нештатные задачи, обучающие сист.
7. Рефлексы, физиология	7. Принятие решений, психология
Нейрокомпьютер - распределенная вычислительная среда, использующая два типа обработки информации	

Рис. 4. Аналоговый (нейросетевой) и цифровой (логический) базисы нейрокомпьютера

- *Сильно нештатные задачи* рекомендуется решать преимущественно на цифровых процессорах, в логическом базисе, в режиме поиска в глобальном виртуальном пространстве или, обучения с учителем или, в режиме самообучения, проб и ошибок. В таких задачах на первом месте выступает фактор риска.

В дальнейшем при успешном решении нештатной задачи предполагается перевод такой задачи в класс штатных и далее организовывать максимальное распараллеливание разработанного алгоритма. При этом нештатные задачи являются, своего рода, точками роста, развития самой УС и преобразования театра действий УС.

Обсуждение. 1) В теории алгоритмов имеются задачи алгоритмически разрешимые и неразрешимые. Для алгоритмически разрешимых задач различают три вида алгоритмов по сложности их реализации — алгоритмы *степенной сложности*, алгоритмы *экспоненциальной сложности* и задачи *NP-полной сложности*. Класс задач алгоритмически неразрешимых (у них нет общего алгоритма решения) относится, естественно, к сильно нештатным задачам. Класс нештатных задач, явля-

ющихся NP-полной сложности, являются, как правило, классом слабо нештатных задач.

2) Обратим особое внимание на выделение программно-технических средств технической УС в специфическую систему «нейрокомпьютер». Нейрокомпьютер особая двойственная системная сущность, ПТС УС. Она присутствует в *опорной системы УС* и она присутствует в *ультрасистеме обеспечения ИСБ УС*, рис. 2.

3) Для повышения эффективности УС необходимо сочетать преимущества параллельной и последовательной обработки информации, следящих (аналоговых) и логических (цифровых) процессоров нейрокомпьютерной парадигмы ПТС опорной системы УС и ультрасистемы УС, рис. 2.

5. Заключение о глобальном интеллектуальном виртуальном пространстве ноосферы Земли

С появлением множества искусственных технических УС различного назначения и с учетом постоянного их развития возникает возможность и потребность объединить оба вида интеллекта, ЕИ людей и ИИ УС, в единое интеллектуальное пространство, в новую *сетевую ноосферу Земли* по терминологии академика В. И. Вернадского. Главное требование к такому пространству — это организация коммуникационного взаимодействия и информационно-системного обмена между людьми, между техническими УС и людьми, между техническими УС различного назначения между собой, с требованием ко всем участникам этого пространства соблюдения ИСБ каждым участником и субординаций, рис. 3. Несмотря на геополитические общеземные проблемы, элементы такого взаимодействия и обмена в настоящее время уже появились и бурно развиваются в форме *интернета людей*, в форме языковых средств *компьютерных интерфейсов*, в форме *интернета вещей (IoT)*. По-видимому, пришло время единого для техники и человека делового языка интеллектуального общения, своего рода *универсального языка сетевой ноосферы Земли*.

Список литературы

- [1] Чечкин А. В., “Тезис о наличии искусственного интеллекта.”, *Интеллектуальные системы. Теория и приложения*, **25:1** (2021), 29–49.
- [2] Потюпкин А. Ю., Чечкин А. В., *Искусственный интеллект на базе информационно – системной избыточности*, «КУРС», Москва, 2019, 382 pp.

- [3] Воронков Г. С., Чечкин А. В., “Проблемы моделирования сенсориума и языковой системы естественного интеллекта индивидуума”, *Интеллектуальные системы*, **2**:1–4 (1997), 23–34
- [4] Чечкин А. В., *Математическая информатика*, «Наука», Москва, 1991, 412 pp.
- [5] Чечкин А. В., “Классификация базовых ультрасистем.”, *Труды V Международной научно-практической конференции «Современная математика и концепции инновационного математического образования» Москва 1 июня 2018 года – М.: Изд. Дом МФО*, 2018, 104–119

Cognitive level of artificial intelligence

Checkin A.V.

Goal. To discuss the cognitive level and substantiate the basic principle of artificial intelligence of smart systems, human-centricity - subordination and service to a person (master).

Methods. The central role of the radical (redundant) model of the theater of operations of a smart system as the core of artificial intelligence is emphasized. The stages of creating an ultrasystem to ensure the information and system security of a smart system, its intelligent planning of actions and situational behavior management in the theater of its actions, including the development of the system itself and the reasonable transformation of the theater of its actions, are discussed.

Results. There are five main levels of artificial intelligence development. The features of the first and second signaling systems (primary and language sensoriums) are studied. The information and system irregularities of a smart system are highlighted as points of growth of its intellectual development based on machine learning. The collective artificial intelligence of a group of smart systems is being investigated within the framework of their unified theater of action and subordination to the human master of the grouping. The principle of human-centric goal-setting of any technical intelligent system, determined by its unconditional subordination to its human owner, is substantiated. The corresponding requirements for the ultrasystem and its language operating system of intelligent planning and situational management of the behavior of a separate smart system or a team of smart systems are discussed. The problems of the development of a separate smart system, the reengineering of a collective of such systems and the problem of reasonable transformation of the theater of actions of such a collective are considered.

Keywords: cognitiveness of natural intelligence, automated smart system, collective artificial intelligence, radical, language, Internet of Things, interface, information system security, tactical and operational planning of smart system actions.

References

- [1] Chechkin A. V., “Thesis about the availability of artificial intelligence. (in Russian)”, *Intelligent Systems. Theory and Applications*, **25**:1 (2021), 29–49
- [2] Potyupkin A. Yu., Chechkin A. V., *Artificial intelligence based on information and system redundancy (in Russian)*, «KURS», Moscow, 2019, 382 pp.
- [3] Voronkov G. S., Chechkin A. V., “Problems of modeling the sensorium and the language system of natural intelligence of the individual (in Russian)”, *Intelligent Systems*, **2**:1–4 (1997), 23–34
- [4] Chechkin A. V., *Mathematical informatics (in Russian)*, «Nauka», Moscow, 1991, 412 pp.
- [5] Chechkin A. V., “Classification of basic ultrasystems. (in Russian)”, *Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference “Contemporary Mathematics and the Concepts of Innovative Mathematical Education” Moscow, June 1, 2018 - Moscow: MFO Publishing House.*, 2018, 104–119