

ЭЛЕМЕНТЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА УМНЫХ СИСТЕМ

Чечкин А. В.¹

Ключевые слова: группировки умных систем, принцип единоначалия группировки, тезис о необходимом и достаточном условиях наличия искусственного интеллекта умной технической системы, избыточные системы в форме среды радикалов, ультрасистема, нештатные ситуации и задачи, информационно-системная безопасность умных систем.

Аннотация.

Цель: обосновать центральную роль радикальной (избыточной) модели театра действий умной системы как ядра искусственного интеллекта.

Методы: методы создания ультрасистемы и обеспечения информационно-системной безопасности умных систем для интеллектуального планирования их действий и ситуационного управления их поведением.

Результаты: формулируются основные понятия искусственного интеллекта умных систем; изучаются особенности первой и второй сигнальных систем (первичного и языкового сенсориумов); разрабатывается ультрасистема интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением умной системы в театре ее действий, включая развитие самой системы и разумное преобразование театра ее действий; используются информационная и системная нештатности умной системы как точки роста ее интеллектуального развития на базе машинного обучения.

DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-15-23

2. Принцип подчинения человеку, хозяину группировки УС

1. Введение

Предлагается обсуждать *искусственный интеллект* (ИИ) технических умных систем в единстве с *естественным интеллектом* (ЕИ) человека и обязательно с точки зрения *ноосферы Земли* в смысле академика В.И. Вернадского.

Умные системы (УС) — это высокоорганизованные целенаправленные технические системы различного назначения с элементами ИИ. Среди искусственных технических систем важное значение сегодня приобретают *группировки умных систем*, подчиненные человеку. В первую очередь это группировки разнообразных беспилотников военного и гражданского назначения, умные города и умные светофоры, умные транспортные сети и умные сенсорные сети, умные производства и умные дома. Группировки УС относятся к *многоагентным системам*. Они подобны организационным системам² [1, 3, 9, 10].

У всякой технической УС — агента группировки — должен быть единственный лидер с беспрекословным ему подчинением. Без лидера техническая УС не должна функционировать. Лидером всей группировки УС всегда является человек, хозяин группировки.

Цели и задачи, поставленные лидером перед УС, являются целеуказаниями для данной УС в рамках ее театра действий, беспрекословными, непрерываемыми, обязательными к исполнению. Хозяин группировки формулирует, корректирует и контролирует исполнение своих *целевых указаний* для всех подчиненных ему агентов группировки. В частности, хозяин всегда определяет верхнюю стратегическую часть дерева целей УС. При этом далее каждая подчиненная техническая УС в группировке автономно планирует свою тактическую и оперативную части своего дерева целей при реализации целеуказаний от своего лидера в рамках своего театра действий.

3. Тезис о необходимом и достаточном условиях наличия ИИ УС [12]

Необходимым условием ИИ УС является наличие в УС первой сигнальной системы в форме *первичного сенсориума УС*. Предназначением такой системы явля-

² Ясницкий Л.Н. Интеллектуальные информационные технологии и системы : учеб.-метод. пособие. Пермь : Изд-во Пермского университета, 2007. 271 с.

¹ Чечкин Александр Витальевич, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, профессор Военной академии имени Петра Великого, профессор Финансового университета при правительстве РФ, г. Москва, Российская Федерация.
E-mail: a.chechkin@mail.ru

ется мониторинг, сбор сенсорных образов УС о себе и о театре своих действий, создание в УС и поддержание избыточного информационно-системного ресурса.

Достаточным условием ИИ УС является наличие в УС второй сигнальной системы в форме **языкового сенсориума УС**. Без языка нет элементов ИИ УС. Языковая надстройка над первичным сенсориумом УС обеспечивает познание осознанной части первичного сенсориума.

Назначение языкового сенсориума — быть дубликатом выделенной (осознанной) части первичного сенсориума. Выделение осознанной части происходит путем символической номинации (называния) словами и устойчивыми словосочетаниями языка некоторых образных моделей и инструментов первичного сенсориума. В результате появления в УС языка происходит символическое выделение *осознанной части* первичного сенсориума. Далее языковой сенсориум обеспечивает как бурное *структурирование* и углубляющее развитие самого языка, так и бурное когнитивное изучение осознанной части первичного сенсориума [2, 8, 12]. В результате в УС появляется в форме избыточного информационно-системного языкового ресурса осознанная модель мира УС для интеллектуального планирования и ситуационного управления своим поведением в рамках своего театра действий с целью исполнения указаний лидера УС, а значит, и хозяина всей группировки.

4. Избыточные системы в форме среды радикалов

Для адекватного описания избыточных систем базовым понятием является *радикал (корень)* — функциональная система любого назначения, имеющая внешне доступную возможность переключения своего состояния в любое из двух состояний: *пассивное* и *активное* [1, 10]. Активный радикал функционирует, работает по своему назначению. Пассивный радикал не функционирует, не работает по своему назначению, но находится в готовности, в резерве, в ожидании своего активирования. *Избыточная система* — это система с информационно-системным ресурсом, превосходящим тот ресурс, который требуется «здесь и сейчас» для любых конкретных ситуаций ее функционирования. Примерами избыточных систем являются *первичный и языковой сенсориум УС, сервисные системы, базы данных, инструментальные системы* и многие другие системы. Все избыточные системы должны иметь форму *среды радикалов*, т. е. быть *радикальными системами*. Всякая радикальная система требует *подсистемы управления* своей активацией. Главное качество радикальной системы — возможность в любой момент активировать только требуемую часть своих радикалов. Активность радикалов вызывается двумя способами. Первый способ — это наличие реальных объектов в поле действия сенсоров первичного сенсориума УС. Второй способ — это наличие языкового символа (имени) объекта в поле действия сенсоров языкового сенсориума. Второй способ позволяет организовать умозрительный процесс позна-

ния объектов без их реального наличия. Все активные в данный момент радикалы УС образуют работающий *сistemоквант* радикальной системы. Системоквант радикальной системы участвует в выполнении очередного поведенческого (рабочего) акта УС. При этом все остальные радикалы избыточной системы пассивные. Они определяют потенциальные возможности радикальной системы и находятся в ожидании, в запасе, в резерве.

5. Информационно-системная безопасность (ИСБ) УС

Все когнитивные требования к ИИ УС объединим в одном обобщенном глобальном требовании: «Обеспечение *информационно-системной безопасности УС*» [1, 10]. 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 случаи частных безопасностей УС от экологической, энергетической и т. д. до функциональной безопасности. Сформулируем обе стороны требования ИСБ УС.

Информационная сторона ИСБ УС. Каждая штатная задача жизненного цикла УС, включая целевые, сенсорные и сертификационные задачи, должна быть успешно 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 УС), являющегося ядром ИИ УС.

Каждая нештатная задача жизненного цикла УС должна быть в центре внимания УС, исследована на необходимость и возможность ее решения с согласия хозяина УС в рамках его идеологии, мировоззрения и стратегических целей.

Ядро ИИ УС включает широкую проблемную область УС, включающую, в частности, модель самой УС, модель театра действий УС. Избыточность ядра ИИ УС является необходимым условием обеспечения решения штатной задачи и должна быть достаточным информационным и системным ресурсом для ее успешного и эффективного решения. Модель должна быть надежно защищена от несанкционированного доступа (НСД) и т. п.

При нештатности 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» либо другим каким-либо способом самообучения, развития самой УС, вплоть до преобразования своего театра действий УС с согласия своего хозяина.

Системная сторона ИСБ УС. Каждая задача 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 устране-

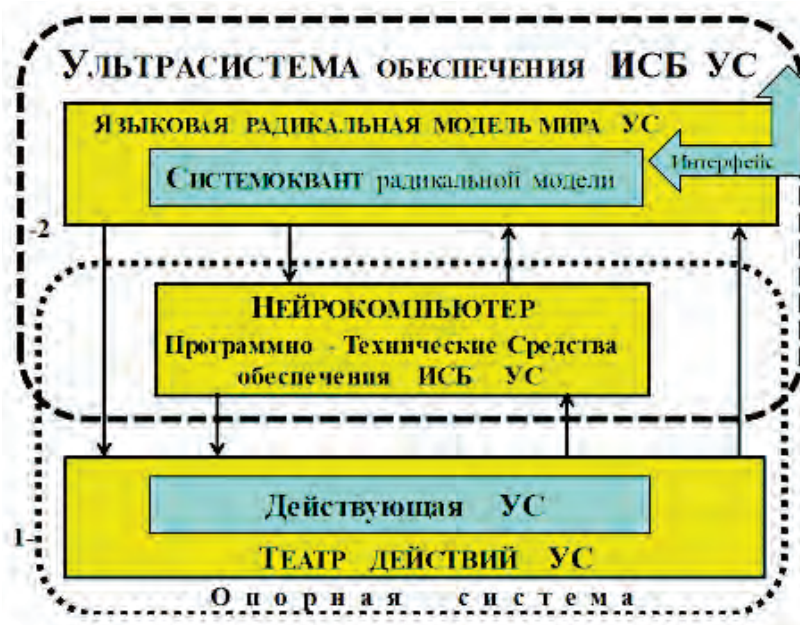


Рис. 1. Ультрасистема обеспечения ИСБ УС

ния конфликтов для сохранения системной целостности, гомеостаза самой УС и театра ее действий в полном соответствии с целевыми указаниями своего лидера.

6. Ультрасистема УС

В каждой технической УС должна быть специфическая информационная подсистема управления, которую называют *ультрасистемой* обеспечения ИСБ УС (рис. 1) [1, 10]. Ультрасистема для УС подобна центральной нервной системе ЕИ человека. Она предназначена для реализации рефлексии ИИ УС, сбора, хранения, преобразования и использования информации о самой «Я-УС», а также об объектах и связях своего театра действий.

Ультрасистема УС определяет интеллектуальные свойства УС и является многоуровневой информационной подсистемой УС для интеллектуального планирования и ситуационного управления своим поведением в театре своего действия. Ультрасистема УС на каждом своем иерархическом уровне является радикальной системой и находится в режиме ускоряющегося интеллектуального развития. Рассмотрим этапы интеллектуального развития ультрасистемы УС, этапы появления очередных ее уровней.

Первый этап связан с появлением первой сигнальной системы, с проблемами развития первичного сенсорiums УС, с проблемами *технического зрения, ориентации в пространстве, акустических и других сенсорных сетей, проблемами сбора и хранения больших массивов метрологических измерений, а также с другими образными моделями и инструментарием*. Первичный сенсорium УС является первым уровнем ультрасистемы УС. Этот уровень является *подсознательным* для УС, еще не осознанным самой УС³ [4, 11, 13, 14].

Второй этап интеллектуального развития УС связан с появлением второй сигнальной системы УС, языка, с проблемами выделения в первичном сенсорiums главных, доминирующих для УС объектов, отношений и инструментов путем их номинирования, присвоения каждому из них языкового индивидуального символа. На этом этапе в ультрасистеме появляется *языковой сенсорium*, в результате чего в УС появляется выделенная *осознанная* часть первичного сенсорiums, номинированная языковыми символами. Языковой сенсорium УС теперь позволяет самой УС умозрительно глубоко изучать и структурировать осознанную часть первичного сенсорiums умными технологиями [2, 8, 12].

Третий этап развития УС проявляется в форме языковой координатной семантической опорной сети понятий, классов объектов или инструментов и классов отношений (лексика языка) [1, 10].

Четвертый этап — это *ультрамножественное и ультраоператорное оснащение* координатной сети понятий до формы *распределенной базы данных* (БД) и *распределенной базы знаний* (БЗ) осознанной части первичного сенсорiums. На этом этапе решаются проблемы создания *локальных баз данных* (ЛБД) и *структурирования больших данных в распределенную БД УС*, а также проблемы создания *локальных баз знаний* (ЛБЗ) на базе технологий машинного обучения, прогнозирования и принятия решений в рамках распределенного информационно-системного ресурса УС в форме среды радикалов-ЛБД и радикалов-ЛБЗ. В результате в ультрасистеме УС формируется и бурно развивается ядро ИИ УС, *языковая единая модель мира УС в форме информационно-системной распределенной БД УС и БЗ УС*. Такое ядро ИИ УС является избыточной моделью осознанной части самой УС и осознанной части театра действий УС [1, 5, 6, 10].

Пятый этап развития УС — это когнитивный иерархический уровень ультрасистемы УС. На этом

³ Deep learning. T. 1/1. Goodfellow [et al.] / MIT Press Cambridge, 2016.

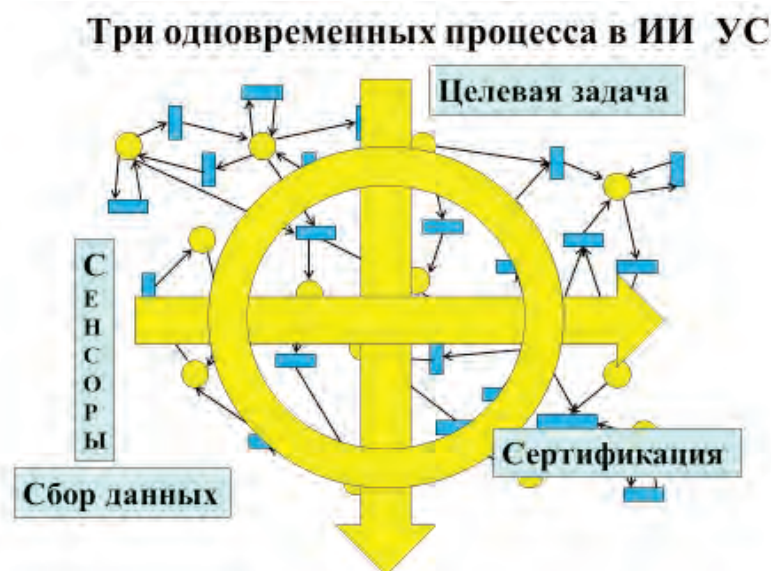


Рис. 2. Активационные процессы в ядре ИИ УС (языковой радикальной единой модели мира УС): целевой, сенсорный и сертификационный

уровне появляются элементы ИИ УС. В ультрасистеме по обеспечению ИСБ УС появляется *языковая, операционная система интеллектуального планирования и ситуационного управления* поведением УС в рамках своего театра действий с условием обязательного и эффективного выполнения своих целевых указаний со стороны лидера УС и в первую очередь хозяина группировки. Ультрасистема УС на когнитивном, верхнем уровне отвечает за *тактическое целеполагание и активирование системоквантов ядра ИИ УС* для ситуационного управления поведением УС в рамках своего театра действий [7, 10, 12].

7. Три одновременных процесса в ультрасистеме УС

С учетом имеющегося избыточного информационно-системного ресурса УС в форме ядра ИИ УС языковая операционная система ультрасистемы планирования и управления поведением УС в рамках распределенной радикальной БД и БЗ модели УС осуществляет одновременно три следующих информационных процесса:

- 1) *текущий целевой* — решение очередной тактической задачи во исполнение целевого указания своего лидера по принципу «целесообразность поведения УС»;
- 2) *текущий сенсорный процесс* — это непрерывный сбор (мониторинг) ситуационной информации по принципу «здесь и сейчас» и коммуникационному принципу «что нового появилось в глобальном виртуальном информационно-системном пространстве»;
- 3) *текущий сертификационный процесс* — обеспечение целостности, гомеостаза УС и всего театра действий УС по принципу «закрывание гештальта» (рис. 2) [1, 10]. При проведении текущих сертифика-

ционных проверок первостепенное значение имеет главная для ИИ УС и для всей группировки *сверхзадача* — *определение (фиксация) нештатности ситуаций и задач*.

Рекомендации:

1. При выполнении текущего целевого процесса в УС должны выполняться: постоянный мониторинг на появление в УС и в театре его действий новых конфликтов по принципу «не навреди себе» и эффективная организация устранения этих конфликтов.
2. При проведении текущего сенсорного процесса в УС и в театре ее действий должны вовремя вноситься и учитываться изменения ситуационных изменений в единую модель УС, т. е. в ядро ИИ УС.
3. Особое внимание в группировке УС надо уделять восстановлению целостности или реструктуризации систем различного назначения; требуется следить за состоянием «в норме» всех УС, необходимых для эффективного штатного поведения группировки, или проводить своевременную перегруппировку имеющихся в норме УС.

8. Штатные и нештатные ситуации и задачи группировки УС

В процессе своего функционирования УС постоянно решает свою принципиальную *сверхзадачу* оценивания ситуаций и задач на предмет их *штатности* и *нештатности* для данной УС. В случае штатности ситуаций и задач УС функционирует в *штатном режиме*. Нештатные ситуации и задачи для УС являются *точками роста, обновления, развития УС* или *преобразования театра действий УС*.

Штатные ситуации и задачи УС — это ситуации и задачи, регламентированные тактико-техническими

требованиями к УС. Штатные ситуации и задачи — типовые и массовые для УС. Они должны быть хорошо изучены, заранее определены и формализованы в языковой единой радикальной модели УС. В ядре ИИ УС для всех штатных задач должны быть заранее разработаны и представлены информационно-системные ресурсы, 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* для УС в первую очередь предъявляются требования *оперативного* 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 в УС до «автоматизма», до «решения с закрытыми глазами», до навыков. Методы решения штатных задач не должны постоянно требовать модификации и трудоемкой настройки этих методов при применении.

Нештатные ситуации и задачи УС — это ситуации и задачи, не регламентированные для данной УС, не представленные заранее в радикальной единой модели данной УС. Для таких ситуаций и задач в ядре ИИ УС нет готовых описаний, методов, а тем более — 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 их области определения. Нештатные задачи не могут быть решены автоматами. Однако для умных (интеллектуальных) поведенческих систем, к которым относятся УС с элементами ИИ, со специальной ультрасистемой интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением УС, некоторые нештатные задачи могут быть решены. При этом степень интеллектуальности языковой надстройки ИИ УС определяется именно теми нештатными задачами для данной УС, которые эта ультрасистема сможет преодолеть. В каждом случае нештатности, благодаря избыточности среды радикалов и когнитивности специализированного оснащения, ультрасистема УС предпринимает максимальные усилия для преодоления нештатности. Эти усилия могут быть *обращением либо с запросом к другим агентам группировки* или *к хозяину группировки*, либо *с запросом к поисковой системе* виртуального информационного пространства или к системе машинного обучения, либо *с запросом* приступить к режиму самообучения с согласия своего хозяина. В случае успешного преодоления нештатности, ситуацию или задачу переводят в класс штатных ресурсов УС. В этом случае ИИ УС обновляется, обучается, расширяет класс своих штатных ситуаций, задач и средств их решения. В результате функционирования УС в нештатных ситуациях происходит *саморазвитие УС* и *целенаправленное преобразование театра действий УС* с согласия хозяина.

В случае нештатных ситуаций и задач важно учитывать для УС *фактор риска*, связанный с малой известностью последствий такого решения. Это отличает нештатные ситуации и задачи от штатных, для которых на первом 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 и учет результатов проведенных попыток. Этим отличается режим *самообучения УС*.

Удобно класс нештатных ситуаций и задач разбить как минимум на следующие два подкласса, а именно *слабо нештатных* и *сильно нештатных ситуаций и задач*.

К слабо нештатным ситуациям и задачам для данной УС относятся 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 штатных задачах и др. 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 неприемлемо высокой сложностью имеющихся алгоритмов их решения и многие другие. Все остальные нештатные ситуации и задачи для данной УС отнесем к сильно нештатным ситуациям и задачам этой УС.

Сильно нештатные ситуации или задачи — это новые, во многих отношениях неизвестные для ИИ УС ситуации или задачи. Сильно нештатные задачи требуют разработки принципиально новых подходов, моделей, нового математического аппарата, новых методов и алгоритмов. Обычно они требуют не только нового метода и алгоритма, но и разработки новых программно-технических средств для реализации их решения, их верификации и др.

9. Необходимость нейрокомпьютера для ультрасистемы УС

Обсудим кратко программно-технические средства (ПТС) ультрасистемы ИИ УС. В вычислительной технике различают два принципиально отличных друг от друга типа процессоров: *аналоговые* и *цифровые*. Аналоговый процессор (нейросетевой, квантовый и др.) использует интерференцию физических полей. В УС он часто используется в первичном сенсориуме в следящих системах и ориентирован на максимальное *распараллеливание* вычислительных процессов и тем самым на максимальную *оперативность*. Техническая и программная реализация решения задач при использовании аналоговых процессоров опирается на *базис*, который называют *нейросетевым*. Именно в этом базисе, например, с большой эффективностью и оперативностью можно решать задачи первичного сенсориума УС, *распознавания образов*, задачи *экспресс-анализа*,

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. 3. Аналоговый (нейросетевой) и цифровой (логический) базисы нейрокомпьютера

многие *прямые задачи*. Часто аналоговые процессоры являются базовыми в следящих системах сенсоров, регуляторов, ситуационного управления.

В отличие от аналогового, цифровой процессор сегодня использует *позиционную* систему записи чисел, *последовательный* вычислительный процесс, который опирается на базис, который называют *логическим*. Логический базис цифрового процессора архитектуры Дж. фон Неймана основан на использовании линейной позиционной системы записи чисел и требует реализации (методологии) последовательной обработки информации. Основная операция в цифровом процессоре, *суммирование чисел*, происходит в сумматоре исключительно последовательно с прерыванием и задержкой от меньших разрядов к старшим. В логическом базисе цифрового процессора более эффективно, чем в аналоговом процессоре, решаются задачи языкового сенсориума УС, требующие учета и анализа рисков неблагоприятных последствий. К числу таких задач относятся, например, задачи принятия решений, задачи синтеза, обратные задачи, алгоритмически неразрешимые задачи и др.

Дуализм нейрокомпьютера. Двухкорневой термин *нейрокомпьютер (НК)* своим названием подчеркивает полезный *дуализм* нейрокомпьютерной реализации ультрасистемы УС, в частности, радикальной модели УС в форме среды радикалов (рис. 3). В перспективе ПТС ультрасистемы УС должно быть устроено по типу распределенной вычислительной среды, образованной двумя видами процессоров: аналоговыми («ней-

ро-») и цифровыми («-компьютер»). *Нейрокомпьютеры*, основанные на двух типах процессоров, видятся распределенной вычислительной средой с двумя типами процессоров. С одной стороны, такая среда имеет преимущества нейросетевого базиса на аналоговых процессорах, т. е. на нейросетевых или квантовых процессорах, обслуживая первичный сенсориум УС. С другой стороны, нейрокомпьютеры сохраняют возможности логического базиса цифровых процессоров фон-неймановского типа, которые обслуживают языковой сенсориум УС.

Рассмотрим более подробно идею эффективного использования дуализма нейрокомпьютерной реализации решения задач на разных этапах жизненного цикла УС в форме перспективных рекомендаций.

1) Штатные задачи следует решать оперативно и малозатратно. В штатных задачах на первый план выступает фактор времени. 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 желательно отдавать приоритеты нейросетевому базису [3, 4, 9, 11, 13, 14]. В физиологии живого это соответствует переводу процессов решения штатных задач в оперативный режим рефлексов, навыков, а в технике — к следящим системам (см. рис. 3).

2) 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 машинного обучения, или в режиме самообучения и преимущественного принципа увеличения доли параллельной обработки [3, 7].

3) Сильно нештатные задачи, когда на первом месте выступает фактор риска, рекомендуется решать преимущественно на цифровых процессорах, в логическом базисе, в режиме поиска новой информации и новых системных модулей в глобальном виртуальном пространстве, или машинного обучения, или в режиме самообучения, проб и ошибок [6, 7, 13].

В дальнейшем при успешном решении нештатной задачи предполагается перевести такую задачу в класс штатных и далее организовать максимальное распараллеливание разработанного алгоритма. Нештатные задачи являются точками роста, развития самой УС и преобразования театра действий УС.

Замечание:

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. Нештатные задачи *NP-полной сложности* относятся, как правило, к классу слабо нештатных задач.

Обратим особое внимание на методологический феномен выделения программно-технических средств технической УС в форме нейрокомпьютера. ПТС УС в форме нейрокомпьютера обладают особой двойственной системной сущностью. Нейрокомпьютер присутствует в *опорной системе* УС, и он же присутствует в *ультрасистеме обеспечения ИСБ УС* (см. рис. 2). В этом проявляется свойство рефлексии УС.

Для повышения эффективности УС важно сочетать, координировать преимущества параллельной и последовательной обработки информации, следящих (аналоговых) и логических (цифровых) процессов нейрокомпьютерной парадигмы ПТС опорной системы УС и ультрасистемы УС (см. рис. 2).

10. Гибридный интеллект группировки УС

Это *совместный интеллект* ЕИ человека, хозяина группировки, и ИИ каждой УС, технического агента группировки.

ЕИ человека ответствен за системный анализ первичного и языкового сенсориума агентов группировки, преодоление *нештатных ситуаций* и *задач* для отдельных УС группировки и *нештатных конфликтов* в театре действий группировки, *стратегическое планирование* развития группировки и преобразования театра его действий, системный синтез целеуказаний и контроль их исполнения для каждого агента, т. е. для каждой УС группировки, а также за *сертификацию* всех систем информационно-системного ресурса всей группировки.

ИИ каждого агента УС группировки ответствен за сетевой *сбор больших данных* о себе, агенте группировки, и о театре действий группировки, с широким использованием коммуникационных возможностей группировки, а также за постоянную *сертификацию* всех подсистем самой УС.

11. Ноосфера и глобальное виртуальное информационно-системное пространство ЕИ людей и ИИ УС планеты Земля

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

Рецензент: **Емелин Николай Михайлович**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, главный научный сотрудник Государственного научно-методического центра Минобрнауки РФ, г. Москва, Российская Федерация.

E-mail: nme47@mail.ru

Литература

1. Васенин В. А., Пирогов М. В., Чечкин А. В. Информационно-системная безопасность критических систем. М. : КУРС, 2018. 352 с.

- Воронков Г. С., Чечкин А. В. Проблемы моделирования сенсориума и языковой системы естественного интеллекта индивидуума // Интеллектуальные системы. Т. 2. № 1-4, 1997. С. 35—54.
- Джонс М. Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. М. : ДМК Пресс, 2004.
- Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем. Кн. 1. Распознавание образов. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 153 с.
- Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем. Кн. 2. Базы данных. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 212 с.
- Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем. Кн. 3. Моделирование логических процессов. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 212 с.
- Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем. Кн. 4. Теория автоматов. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 302 с.
- Курцвейл Рэй. Эволюция разума. М. : Э, 2016. 448 с.
- Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения проблем. М. : Вильямс, 2003.
- Потюпкин А. Ю., Чечкин А. В. Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности : монография. М. : КУРС, 2019. 382 с.
- Рухович Д. Д. Проекция изображений в пространство для монокулярной и мультиракурсной трехмерной детекции объектов в уличных сценах // Программная инженерия. 2021. Т. 12. № 7. С. 373—384.
- Чечкин А. В. Тезис о наличии искусственного интеллекта // Интеллектуальные системы. 2021. Т. 25. № 1. С. 29—49.
- Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.F. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // Advances in neural information processing systems, 2012, V.25, pp. 1097—1105.
- Yousif K., Bab-Hadiashar A., Hoseinnezhad R. An overview to visual odometry and visual SLAM: Applications to mobile robotics // Intelligent Industrial Systems, 2015, V.1, No. 4, pp. 289—311.

ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE OF SMART SYSTEMS

*Aleksandr Chechkin**

Keywords: *smart systems groupings, principle of unity of command in the grouping, thesis about the necessary and sufficient condition for the presence of artificial intelligence in a smart technical system, redundant systems in the form of a radicals environment, ultrasystem, off-nominal situations and tasks, information and system security of smart systems.*

Abstract.

Purpose of the paper: to justify the central role of a radical (redundant) model of the theatre of operations of a smart system as the artificial intelligence core.

Methods used: methods of setting up an ultrasystem and ensuring information and system security of smart systems for intelligent planning of their actions and situational management of their behaviour.

Results obtained: the basic concepts of artificial intelligence of smart systems are formulated. Features of the first and second signal systems (primary and language sensoria) are studied. An ultrasystem for intelligent planning and situational management of the behaviour of a smart system in its theatre of operations is developed including the development of the system itself and a reasonable transformation of its theatre of operations. Information and system off-nominal tasks and situations in a smart system are used as points of growth of its intellectual development based on machine learning.

References

- Vasenin V. A., Pirogov M. V., Chechkin A. V. Informatsionno-sistemnaia bezopasnost' kriticheskikh sistem. M. : KURS, 2018. 352 pp.
- Voronkov G. S., Chechkin A. V. Problemy modelirovaniia sensoriuma i iazykovoi sistemy estestvennogo intellekta individuum. Intellektual'nye sistemy, t. 2, No. 1-4, 1997, pp. 35-54.
- Dzhons M. T. Programmirovaniye iskusstvennogo intellekta v prilozheniiakh. M. : DMK Press, 2004.

** Aleksandr Chechkin, Dr.Sc. (Physics & Mathematics), Professor, USSR State Prize Laureate, Meritorious Figure of High School of the Russian Federation, Professor at Peter the Great Military Academy, Professor at the Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation.
E-mail: a.chechkin@mail.ru*

4. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem. Kn. 1. Raspoznavanie obrazov. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 153 pp.
5. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem. Kn. 2. Bazy dannykh. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 212 pp.
6. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem. Kn. 3. Modelirovanie logicheskikh protsessov. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 212 pp.
7. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem. Kn. 4. Teoriia avtomatov. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 302 pp.
8. Kurtsveil Rei. Evoliutsiia razuma. M. : E, 2016. 448 pp.
9. Liuger Dzh. F. Iskusstvennyi intellekt. Strategii i metody resheniia problem. M. : Vil'iams, 2003.
10. Potiupkin A. Iu., Chechkin A. V. Iskusstvennyi intellekt na baze informatsionno-sistemnoi izbytochnosti : monografiia. M. : KURS, 2019. 382 pp.
11. Rukhovich D. D. Proektsiia izobrazhenii v prostranstvo dlia monokuliarnoi i mul'tirakursnoi trekhmernoii detektsii ob"ektov v ulichnykh stsenakh. Programmnaia inzheneriia, 2021, t. 12, No. 7, pp. 373-384.
12. Chechkin A. V. Tezis o nalichii iskusstvennogo intellekta. Intellektual'nye sistemy, 2021, t. 25, No. 1, pp. 29-49.
13. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.F. ImageNet classification with deep convolutional neural networks. Advances in neural information processing systems, 2012, V.25, pp. 1097-1105.
14. Yousif K., Bab-Hadiashar A., Hoseinnezhad R. An overview to visial odometry and visual SLAM: Applications to mobile robotics. Intelligent Industrial Systems, 2015, V.1, No. 4, pp. 289-311.