

УЛЬТРАСИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Чечкин А.В.¹

Ключевые слова: ультрасистема, искусственный интеллект, автоматизированная система, умная система, избыточная система, когнитивные требования, среда радикалов, радикальное моделирование, информационно-системная безопасность, принципы.

Аннотация

Цель работы: совершенствование научно-методической базы теории правовой кибернетики.

Методы: системный анализ, концептуально-логическое и математическое («радикальное») и программирование автоматизированных систем различного назначения.

Результаты: обоснован новый подход к автоматизированным системам, учитывающий наличие элементов искусственного интеллекта и ведущую роль языка интерфейса общения в этих системах человека и умных технических систем; обсуждаются методологические принципы искусственного интеллекта и ведущая роль ультрасистемы как подсистемы обеспечения информационно-системной безопасности и интерфейса его общения с естественным интеллектом человека-Хозяина.

EDN: OEZBDF

Смочь-то он сможет,
но кто ж ему позволит?

Введение

Практика убедительно говорит и постоянно подтверждает мысль о том, что искусственный интеллект (ИИ) эффективен только при взаимодействии с естественным интеллектом (ЕИ) человека и только при его руководящей роли [2, 8]. Поэтому бурно развивающуюся сегодня техносферу систем ИИ правильнее рассматривать как техносферу автоматизированных систем планирования и управления (АСПУ) группировками умных технических систем, являющихся дружественными системами-соратниками, системами-партнерами, системами-агентами с элементами ИИ [15]. АСПУ — всегда человеко-машинная система с распределением интеллектуальных обязанностей между человеком и техническими помощниками. Далее в статье обсудим главные принципы взаимодействия ИИ с ЕИ человека-Хозяина.

1. Принцип наличия ультрасистемы ИИ

В каждой технической умной системе (УС) с элементами ИИ обязательно должна присутствовать специально выделенная подсистема общения ИИ УС с ЕИ человека-Хозяина, которую называют ультрасисте-

мой ИИ [11, 13]. Такая ультрасистема общается с ЕИ человека на специальном языке интерфейса и подобна центральной нервной системе ЕИ человека. Ультрасистема ИИ УС предназначена для сбора, хранения, преобразования и использования информации о самой «Я-УС», а также об объектах и связях своего театра действий.

Ультрасистема ИИ определяет интеллектуальные свойства ИИ и является многоуровневой информационной подсистемой планирования и управления поведением УС в театре своих действий с целью обеспечения информационно-системной безопасности (ИСБ) УС (рис. 1) [15].

Ультрасистема содержит пять основных иерархических уровней-страт.

Первый уровень связан с проблемами развития первичного сенсориума ИИ [6]: проблемами первичных сенсорных сетей, технического зрения, акустических сетей, проблемами сбора и хранения больших массивов метрологических измерений. Первичный сенсориум УС является одновременно избыточным хранителем сенсорных образных моделей мира УС. Этот уровень является подсознательным для ИИ УС, еще не осознанным, не познанным, не структурированным для УС.

Второй уровень связан с процессом выделения в первичном сенсориуме основных, главных для УС, доминирующих объектов и отношений путем их номинирования, присвоения каждому из них языково-

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

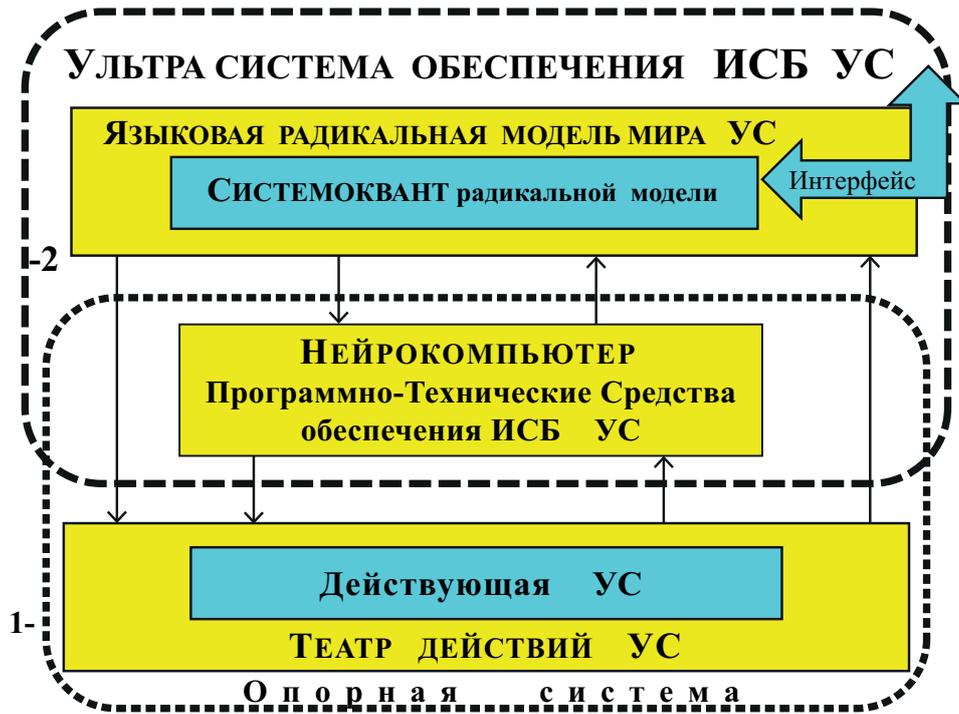


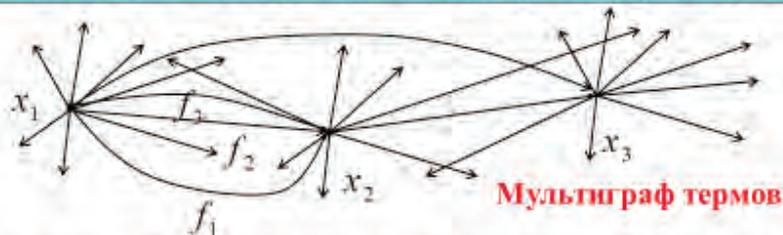
Рис. 1. Ультрасистема обеспечения ИСБ УС-помощника

го индивидуального, уникального символа. В ультрасистеме должен быть языковой уровень, языковой сенсориум, как дубликат (осознанной) части первичного сенсориума [4]. Язык — средство выделения в первичном сенсориуме словами-именами главной, осознанной части в форме мультиграфа поименованных термов (рис. 2). Одновременно язык явля-

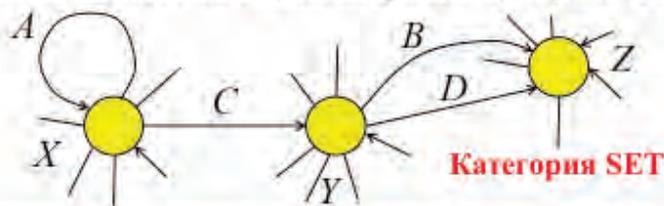
ется механизмом познания этой осознанной части первичного сенсориума. Именно языковой сенсориум позволяет ИИ умозрительно, без явного присутствия реальных объектов и отношений, глубоко структурировать и изучать осознанную часть первичного сенсориума когнитивными (умственными) технологиями.

Переход к третьему уровню ИИ - лексика

Область языковых термов-имен сенсорных образных моделей



Координатная локализация (классификация) термов и их связей



Лексика - опорная сеть понятий, множества и операторы

Рис. 2. Математические модели осознанной части первичного сенсориума

Третий уровень ультрасистемы связан с наличием лексики языка, когда используются слова-понятия, классы сходных объектов и отношений. Третий уровень представляет собой языковую семантическую координатную опорную сеть в математической форме категории SET (см. рис. 2). Лексика третьего иерархического уровня завершает в осознанной части первичного сенсориума, выделяет и закрепляет словами семантическую сеть классов сходных объектов и отношений, которые объективно похожи и эквивалентны между собой.

Далее в ультрасистеме ИИ происходит внутренняя координатизация понятий [11] (рис. 3), реализуются два взаимодополняющих друг друга ультраоснащения осознанной части первичного сенсориума. Должен появиться новый четвертый информационный иерархический уровень над опорной семантической сетью, над категорией SET.

Четвертый уровень ультрасистемы — это два объединенных оснащения опорной координатной сети понятий, ультрамножественное и ультраоператорное сетевые оснащения. Сначала в ИИ происходит ультраоснащение (структуризация) языковых слов-понятий, классов схожих объектов до локальных баз данных (ЛБД). При этом каждое опорное множество однотипных объектов оснащается (преобразуется) до ЛБД (ультрамножества) [5, 13] (см. рис. 3), а каждый опорный оператор однотипных отношений оснащается (доопределяется) до локальной базы знаний (ЛБЗ) (ультраоператора) (рис. 4). В результате категория SET (см. рис. 2) математически преобразуется в категорию ULTRASET (см. рис. 4). Тем самым в ультрасистеме ИИ появляется

четвертый уровень — информационно-системная избыточная математическая модель мира ИИ УС. Четвертый уровень в форме распределенной базы данных (БД) и распределенной базы знаний (БЗ) осознанной части первичного сенсориума является ЯДРОМ ИИ УС (см. рис. 4).

Итак, на четвертом этапе решаются сначала проблемы создания локальных баз данных (ЛБД) и структурирование больших данных [12] в распределенную БД ИИ. Кроме этого, на четвертом этапе одновременно происходит выделение локальных знаний на базе отдельных операторов категории SET. Для сравнения: в ЕИ человека тоже происходит на практике создание, формализация и закрепление частных профессиональных технологий, или ультраоператорное оснащение координатной сети понятий до формы распределенной базы знаний (БЗ) осознанной части первичного сенсориума. Проблемы создания локальных баз данных (ЛБД) и знаний (ЛБЗ) в ЕИ человека решаются посредством обучения с учителем. В ИИ УС используются методы машинного обучения, прогнозирования и принятия решений.

На четвертом уровне ультрасистемы ИИ УС среди объектов модели мира ИИ УС создаются такие объекты, как «программное обеспечение» (ПО), «программно-технические средства» (ПТС) и др. (см. рис. 1). В частности, происходит верификация ПО и ПТС ИИ УС. В ИИ происходит бурное структурирование и языковое закрепление при помощи языкового сенсориума объективной структуры окружающего мира ИИ.

Замечание. Подчеркнем еще раз, что большая часть первичного сенсориума ЕИ человека и ИИ УС остается в подсознательной форме. Модель мира ИИ



Рис. 3. Структура четвертого иерархического уровня ИИ

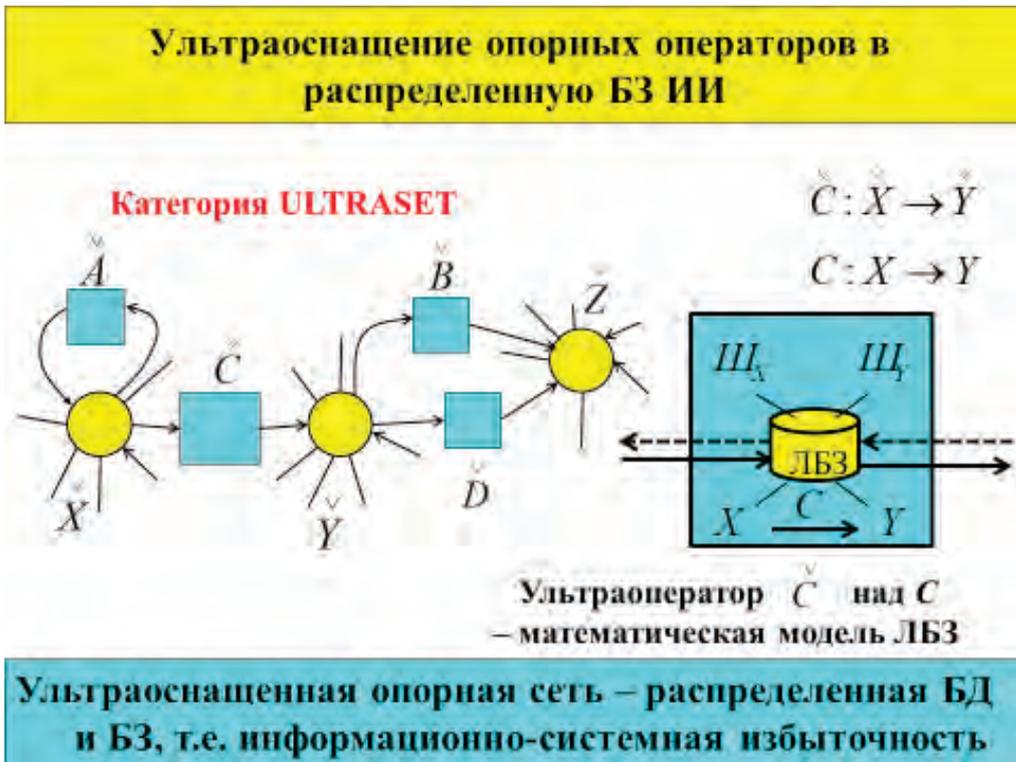


Рис. 4. Четвертый уровень ИИ, ядро ИИ ультрасистемы

и ИИ или ядро ЕИ человека и ядро ИИ УС — это только часть, осознанная часть всего ЕИ человека и ИИ УС, и только в рамках осознанной части театра действий ЕИ человека и ИИ УС (рис. 5 и б). Заметим, что в ЕИ человека ядро ЕИ человека сегодня связано с внешней

к нему бумажной и электронной формой разнообразных частных профессиональных знаний и технологий, которым обучают специалистов в средних и высших учебных заведениях (см. рис. б). При этом на рис. 6 представлена только *видимая, средняя* часть ядра ИИ

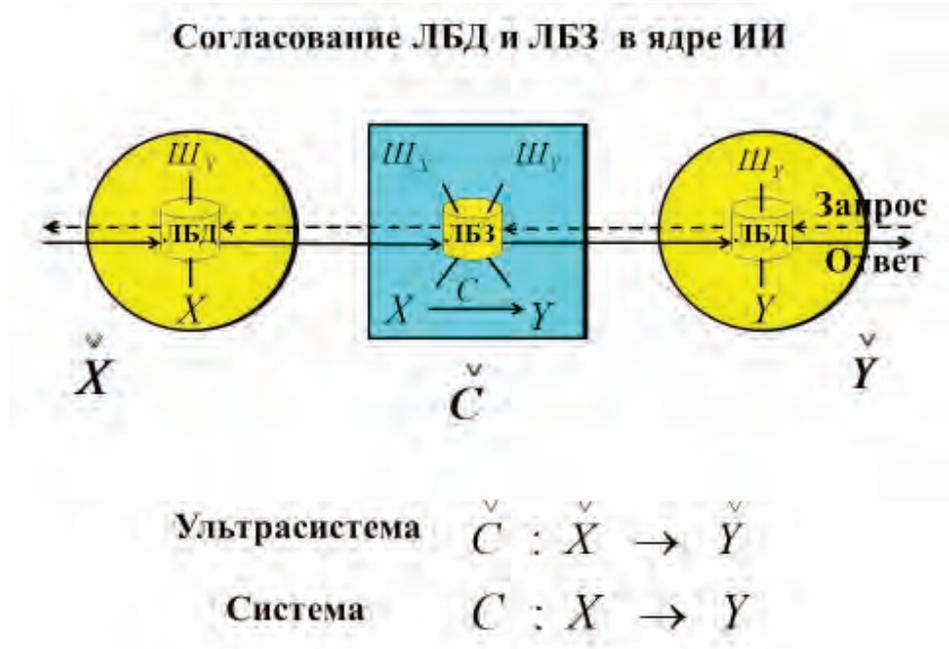
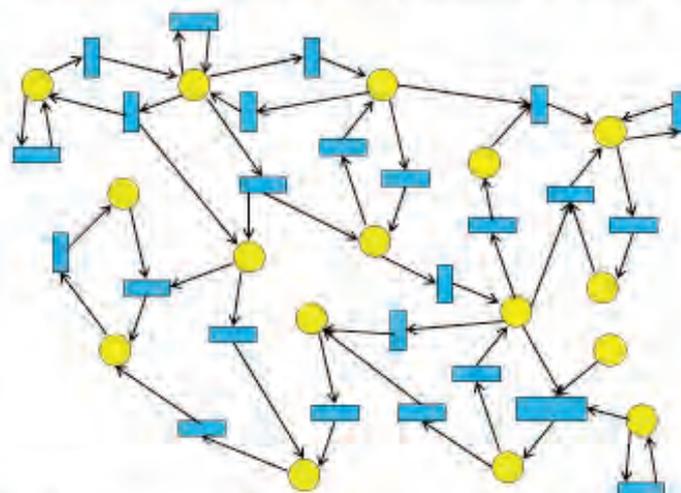


Рис. 5. Семантическое согласование в распределенной БД и БЗ ядра ИИ

Ядро ИИ как распределенная БД и БЗ ИИ



Согласованная радикальная модель мира ИИ в рамках своего театра действий

Рис. 6. Ядро ИИ — модель видимого мира ИИ, отражающая осознанную видимую часть первичного сенсориума

УС, опирающаяся на измерения, поставляемые первичными сенсорами ИИ. На рис. 6 не представлены микро- и макровиртуальные уровни модели мира ИИ УС, ядра ИИ, связанные со специальными измерительными инструментами ИИ УС и соответствующими математическими моделями.

Пятый когнитивный иерархический уровень ультрасистемы ИИ — это языковая операционная система интеллектуального планирования и ситуационного управления поведением данной УС в рамках своего театра действий с условием обязательного и эффективного выполнения целевых указаний со стороны своего человека-Хозяина (см. рис. 6). Пятый уровень ультрасистемы ИИ имеет «когнитивные элементы». Ультрасистема УС (см. рис. 1), на своем когнитивном, верхнем — пятом уровне отвечает за планирование и активирование системоквантов ядра данного ИИ для управления конкретным поведением данной УС в рамках своего театра действий согласно целевому заданию человека-Хозяина [14].

Вывод: языковая операционная система планирования и управления поведением УС в рамках распределенной радикальной БД и БЗ модели ИИ, ядра ИИ и с учетом имеющегося избыточного информационно-системного ресурса ИИ в форме среды радикалов, осуществляет одновременно три следующих информационных управляющих процесса [15]:

1) текущий целевой — решение очередной тактической задачи во исполнение целевого указания Хозяина — тактико-технического задания во исполнение «целенаправленности поведения» УС;

2) текущий сенсорный мониторинг — непрерывный сбор ситуационной информации по принципу «здесь и сейчас» и коммуникационному принципу «что нового появилось и отражено ли в ядре ИИ и в глобальном виртуальном информационно-системном пространстве?»;

3) текущий сертификационный процесс — обеспечение достаточной целостности, гомеостаза ядра ИИ, а также гомеостаза самой УС и всего его театра действий по принципу «закрытие гештальта» (рис. 7).

2. Принцип языкового общения ИИ

ИИ каждой умной системы должен воспринимать голосовые и письменные сообщения людей, других УС, включая общение умной системы с самой собой.

На практике этот принцип осуществляется ультрасистемой ИИ и уже частично присутствует в рамках Интернета вещей, языкового интерфейса людей и компьютеров, голосового управления нейронными искусственными сетями языкового типа GPT (Generative Pre-trained Transformer — генеративный предварительно обученный трансформер), включая их собственный языковой самоконтроль. В качестве обоснования этого принципа приведем слова академика И. П. Павлова о роли языка: «...Вторая сигнальная система представляет собой чрезвычайную прибавку к высшей нервной деятельности человека, это наше лишнее, добавочное, социальное и есть человеческое», «...слово сделало нас людьми» [9]. Как для человека, так и для технической системы ИИ роли пер-

Три одновременных процесса в ИИ УС

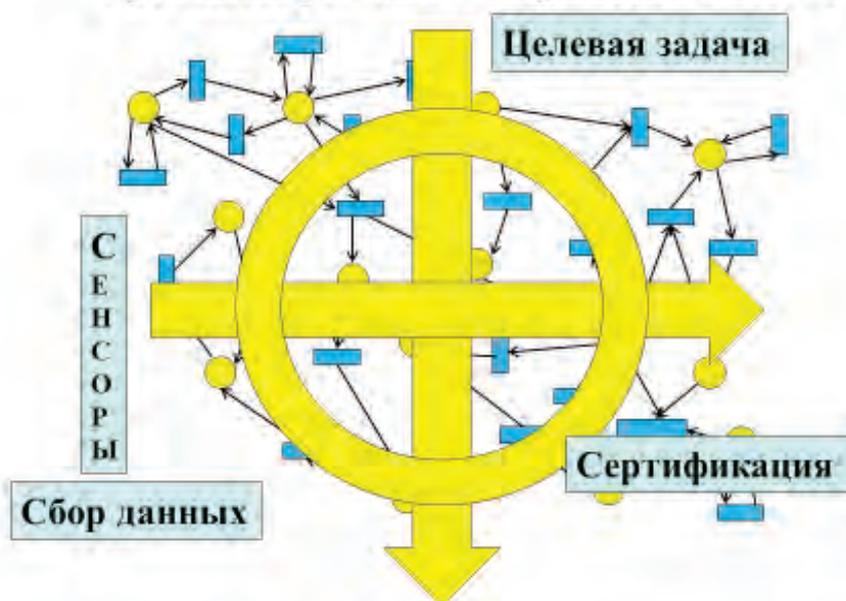


Рис. 7. Активационные процессы в ИИ языковой радикальной единой модели мира УС: целевой, сенсорный и сертификационный

вой и второй сигнальных систем — определяющие для них. Они определяют их первичный и языковой, вторичный сенсоримумы, которые, в свою очередь, определяют их *подсознательное* и *сознательное* поведение [4, 10, 11]. Большие возможности технических систем ИИ на базе языковых моделей типа *GPT* подтверждают это.

3. Принцип человеко-центризма ИИ

Для каждой умной системы-помощника ИИ в рамках автоматизированной системы главным должен всегда быть Хозяин: человек-оператор, руководитель, начальник, который каждый раз определяет назначение и тактико-техническое задание для УС, цель существования и функционирования ИИ УС, постоянный контроль и коррекцию поведения ИИ УС. Без человека-Хозяина ИИ УС не функционирует.

4. Принцип избыточного моделирования в форме среды радикалов ИИ

Каждая система ИИ должна обладать избыточным информационно-системным ресурсом в форме среды радикалов. *Среда радикалов* — это распределенная модель широкой проблемной области ИИ, включающей, в частности, и модель всего театра действий ИИ, и модель умной системы ИИ как действующего участника театра, и различные постановки всех штатных задач ИИ вместе с их штатными программно-системными средствами решения.

Все необходимые и достаточные данные и системы для данного конкретного ИИ при решении любой штатной для ИИ задачи в штатных для ИИ ситуациях должны быть представлены в форме ее среды радикалов ИИ. Среда радикалов — это, по сути, форма распределенного избыточного информационно-системного ресурса ИИ, когда каждая целостность этого ресурса представлена радикалом. *Радикал* — это автономный функциональный модуль-система, которая одновременно имеет два внешнедоступных типа состояний: *активные* (радикал включен) и *пассивные* (радикал выключен).

Активный радикал — это используемый по назначению радикал. *Пассивный радикал* — это неиспользуемый по назначению радикал, но готовый к активации. Среда радикалов структурирована и оснащена координатной навигационной системой для эффективного управления активированием и обновлением отдельных радикалов. При локальном обновлении, обучении ИИ и развитии среды радикалов не требуется постоянно корректировать и согласовывать всю среду радикалов ИИ в целом. Среда радикалов — это форма нового вида моделирования, *радикального моделирования* систем различного назначения. Автономная операционная система планирования и управления поведением ИИ каждой умной системы активирует рабочий кластер (*системоквант*) среды радикалов под текущую штатную задачу и штатную ситуацию. Все остальные радикалы при этом составляют потенциальные возможности ИИ и находятся в резерве, в ожидании, в готовности к своей активации. Избыточность информационных и системных ресурсов ИИ необходима в каждый момент для эффективного

парирования (учета) появления возможных изменений штатных ситуаций и штатных задач, а также возникновения новых, нештатных задач и нештатных ситуаций. Величина избыточности ИИ определяет уровень *информационно-системной безопасности* ИИ [1, 11].

Таким образом, форма избыточности в виде среды радикалов имеет двойное преимущество. *Во-первых*, обеспечивается *бесконфликтность пассивных радикалов*, когда все невостребованные в данный момент радикалы ИИ выключены и не влияют на поведение системы ИИ. Они находятся в резерве, в хранении, в ожидании. *Во-вторых*, достоинством среды радикалов является *автономная доступность* каждого радикала ИИ, когда каждый радикал индивидуально и независимо корректируется и обновляется, — в частности, когда создается программно-техническое обеспечение ИИ умной системы. В этом проявляется особенность нового вида программирования, названного *радикальным программированием* систем различного назначения.

5. Принцип информационно-системной безопасности

Ультрасистема ИИ УС обеспечивает информационно-системную безопасность (ИСБ УС) [11]. При этом на каждом своем иерархическом уровне она является избыточной системой в форме среды радикалов (см. рис. 1) и находится в режиме постоянного интеллектуального ускоряющегося развития.

Все когнитивные требования к ИИ УС объединим в одном обобщенном глобальном требовании: *обеспечение информационно-системной безопасности* (ИСБ УС) [11]. Требование ИСБ УС реализует целевую установку человека-Хозяина 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, наличия помех, путем создания и логической обработки избыточной модели театра действий УС (языкового сенсориума УС), являющейся 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 и использования* и т. п. [7].

При появлении *нештатности* УС использует ресурсы избыточной модели, или запросы к глобальному информационно-системному (виртуальному) пространству ноосферы Земли [3] за обновлениями, или организует попытки решения задачи в режиме «проб и ошибок», или другим каким-либо способом самообучения, развития самой УС, вплоть до преобразования своего театра действий УС с согласия человека-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 устранения конфликтов для сохранения системной целостности, гомеостаза самой УС и театра ее действий в полном соответствии с целевыми указаниями своего Хозяина.

6. Принцип разнохарактерного целеполагания ИИ

Системы ИИ постоянно обновляются и развиваются, отслеживая естественные и искусственные изменения во всем театре действий ИИ, включая саму систему ИИ. Точками роста для этого являются нештатные задачи и нештатные ситуации.

Для эффективного обновления ИИ основную роль играют не только собственные попытки и процесс самообучения ИИ. Кроме этого, используются собственные коммуникационные возможности и поиск опыта других систем ИИ. Наконец, обновление умных систем ИИ происходит от дружественных подсказок пользователей самой АСПУ. Благодаря принципу избыточности АСПУ является эффективной многоканальной сервисной системой массового обслуживания различных потребностей пользователей.

7. Принцип достаточной целостности ИИ

Система ИИ постоянно мониторит (тестирует) себя и свой театр действий, свою среду радикалов и сертифицирует ее на целостность и гомеостаз. При этом целостность восстанавливается с учетом многокритериальной оптимизации затрат времени, материальных, финансовых, энергетических и других ресурсов.

Вопрос целостности решается с учетом многокритериальной оптимизации разного вида затрат и учета текущей ситуации и обстановки.

Заключение. Техносфера АСПУ

С появлением искусственных технических умных систем с элементами ИИ в ноосфере Земли [3] появляется новый системный революционный эффект — *техносфера АСПУ*.

Вот некоторые воображаемые стороны новой реальности жизни. Представим себе совсем близкое будущее, когда во дворах жилых домов, на обочинах дорог, на площадках у магазинов и офисов, у мест отдыха не будет совсем стоянки припаркованных личных автомобилей, которые часами ожидают своих хозяев. Все автомобили будут только при делах, в движении. Они будут беспилотными, без водителей, но с эффективными элементами ИИ. Такая же новая картина жизни будет на Земле в логистике, в сервисном обслуживании, в любом транспорте,

на любом производстве, в спорте, в космосе [10] и др. Сейчас даже не всё новое можно себе представить, но оно придёт.

Приведем в заключение слова академика В. И. Вернадского: «Научное мировоззрение, проникнутое естествознанием и математикой, есть величайшая сила не только настоящего, но и будущего» [3]. По-видимому, придёт время единого для техники и человека делового языка интеллектуального общения, радикального языка интерфейса ИИ человека и глобальной сетевой техносферы АСПУ.

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.
2. Ващекин А. Н., Ващекина И. В. Искусственный интеллект в судебной системе: задачи и методы // Правовая информатика. 2023. № 3. С. 65—74. EDN: QCPFAT.
3. Вернадский В. И. О науке. Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль. Дубна : Феникс, 1997. 576 с. (Часть 3. Научная мысль как планетное явление. С. 303—538.)
4. Воронков Г. С., Чечкин А. В. Проблемы моделирования сенсориума и языковой системы естественного интеллекта индивидуума // Интеллектуальные системы. 1997. Т. 2. Вып. 1-4. С. 35—54.
5. Кудрявцев В. Б., Гасанов Э. Э., Подколзин А. С. Теория интеллектуальных систем : монография. Кн. вторая. Базы данных. М. : Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 212 с.
6. Курцвейл Рэй. Эволюция разума. М. : Э, 2016. 448 с.
7. Ловцов Д. А. Теория защищенности информации в эргасистемах : монография. М. : РГУП, 2021. 276 с. ISBN 978-5-93916-896-0.
8. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения проблем. М. : Вильямс, 2003.
9. Павлов И. П. Лекции о работе больших полушарий головного мозга. М. : Эксмо, 2017. 480 с. ISBN 978-5-699-81061-1.
10. Потюпкин А. Ю. Управление многоспутниковыми космическими системами : монография. М. : Инфра-инженерия, 2024. 288 с.
11. Потюпкин А. Ю., Чечкин А. В. Искусственный интеллект на базе информационно-системной избыточности : монография. М. : Курс, 2019. 382 с.
12. Федосеев С. В. Применение современных технологий больших данных в правовой сфере // Правовая информатика. 2018. № 4. С. 50—58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58.
13. Чечкин А. В. Математическая информатика. М. : Наука, 1991. 414 с.
14. Чечкин А. В. Тезис о наличии искусственного интеллекта // Интеллектуальные системы. 2021. Т. 25. № 1. С. 29—49.
15. Чечкин А. В. Элементы искусственного интеллекта умных систем // Правовая информатика. 2022. № 1. С. 15—23. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-15-23.

THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ULTRASYSTEM

Aleksandr Chechkin, Dr.Sc. (Physics & Mathematics), USSR State Prize Laureate, Honoured Figure of Higher Education of the Russian Federation, Professor at the 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

Keywords: ultrasystem, artificial intelligence, automated system, smart system, redundant system, cognitive requirements, environment of radicals, radicals modelling, information and system security, principles.

Abstract

Purpose of the paper: improving the research and methodological basis of the legal cybernetics theory.

Methods used: system analysis, conceptual logical and mathematical ("radical") modelling as well as programming of different-purpose automated systems.

Study findings: a justification is given for a new approach to automated systems taking into account the presence of artificial intelligence elements and the leading role of the interface language used in such systems for communication between humans and smart technical systems. Artificial intelligence methodological principles and the leading role of the ultrasystem as a subsystem for ensuring information and system security as well as the interface of its communication with the natural intelligence of the human host are discussed.

References

1. Vasenin V. A., Pirogov M. V., Chechkin A. V. Informatsionno-sistemnaia bezopasnost' kriticheskikh sistem. M. : Kurs, 2018. 352 pp.
2. Vashchekin A. N., Vashchekina I. V. Iskusstvennyi intellekt v sudebnoi sisteme: zadachi i metody. Pravovaia informatika, 2023, No. 3, pp. 65–74. EDN: QCPFAT.
3. Vernadskii V. I. O nauke. T. 1. Nauchnoe znanie. Nauchnoe tvorchestvo. Nauchnaia mysl'. Dubna : Feniks, 1997. 576 pp. (Chast' 3. Nauchnaia mysl' kak planetnoe iavlenie, pp. 303–538.)
4. Voronkov G. S., Chechkin A. V. Problemy modelirovaniia sensoriuma i iazykovoii sistemy estestvennogo intellekta individuum. Intellektual'nye sistemy, 1997, t. 2, vyp. 1-4, pp. 35–54.
5. Kudriavtsev V. B., Gasanov E. E., Podkolzin A. S. Teoriia intellektual'nykh sistem : monografiia. Kn. vtoraiia. Bazy dannykh. M. : Izd-vo MGU im. M.V. Lomonosova, 2018. 212 pp.
6. Kurtsveil Rei. Evoliutsiia razuma. M. : E, 2016. 448 pp.
7. Lovtsov D. A. Teoriia zashchishchennosti informatsii v ergasistemakh : monografiia. M. : RGUP, 2021. 276 pp. ISBN 978-5-93916-896-0.
8. Liuger Dzh.F. Iskusstvennyi intellekt. Strategii i metody resheniia problem. M. : Vil'iams, 2003.
9. Pavlov I. P. Lektsii o rabote bol'shikh polusharii golovnogo mozga. M. : Eksmo, 2017. 480 pp. ISBN 978-5-699-81061-1.
10. Potiupkin A.Iu. Upravlenie mnogospurnikovymi kosmicheskimi sistemami : monografiia. M. : Infra-inzheneriia, 2024. 288 pp.
11. Potiupkin A.Iu., Chechkin A. V. Iskusstvennyi intellekt na baze informatsionno-sistemnoi izbytochnosti : monografiia. M. : Kurs, 2019. 382 pp.
12. Fedoseev S. V. Primenenie sovremennykh tekhnologii bol'shikh dannykh v pravovoi sfere. Pravovaia informatika, 2018, No. 4, pp. 50–58. DOI: 10.21681/1994-1404-2018-4-50-58 .
13. Chechkin A. V. Matematicheskaia informatika. M. : Nauka, 1991. 414 pp.
14. Chechkin A. V. Tezis o nalichii iskusstvennogo intellekta. Intellektual'nye sistemy, 2021, t. 25, No. 1, pp. 29–49.
15. Chechkin A. V. Elementy iskusstvennogo intellekta umnykh sistem. Pravovaia informatika, 2022, No. 1, pp. 15–23. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-1-15-23 .