

# Классификация технических средств ядерного приборостроения по уровню использования искусственного интеллекта

В статье проведен анализ технических средств ядерного приборостроения, на которые ТК 45 МЭК разрабатывает свои стандарты. Рассмотрена аппаратура для измерения ионизирующего излучения с использованием искусственного интеллекта. Предложена классификация аппаратуры по уровню использования искусственного интеллекта.

## **Ключевые слова:**

*ядерное приборостроение, системы, приборы, ионизирующее излучение, искусственный интеллект, классификация.*

**Б.В.Поленов**

(Эксперт ТК 45 МЭК; НИЯУ МИФИ, г. Москва)

В настоящее время в аппаратуре для измерения ионизирующего излучения все больше и больше используется искусственный интеллект. Стандартизация этой аппаратуры входит в сферу деятельности Технического Комитета 45 «Ядерное приборостроение» Международной электротехнической комиссии (ТК 45 МЭК), его Подкомитетов ПК 45А, ПК 45Б и их рабочих групп.

Подкомитет 45А «Аппаратура контроля и управления на ядерных объектах» разрабатывает стандарты, относящиеся к системам управления, важным для безопасности объектов, использующих атомную энергию (АЭС, предприятия ядерно-топливного цикла и др.), а также к аппаратуре радиационного контроля, используемой для мониторинга, управления и активизации функций безопасности. Кроме того, к деятельности ПК 45А относится аппаратура, используемая в рамках соглашения по обращению ядерных материалов и по

предотвращению их несанкционированных перемещений.

Подкомитет 45Б «Приборы радиационной защиты» разрабатывает аппаратуру, используемую для измерения внешнего и внутреннего облучения человека, уровня радиации на рабочем месте и в окружающей среде как в нормальных, так и в аварийных условиях. ПК 45Б также разрабатывает стандарты на аппаратуру для контроля несанкционированного перемещения радиоактивных материалов через границы.

Объектами стандартизации ТК 45 МЭК являются АСУ для АЭС с ВВЭР, СУЗ, СВРК, СКГО, АСРК, а также АСКРО, Ситуационно-кризисные центры, системы обеспечения радиационной безопасности объекта и его персонала, экспертные системы, системы поддержки принятия решения, различные типы спектрометров, радиометров, дозиметров, порталных мониторов и систем на их основе и др.

Системы искусственного интеллекта (СИИ) имеют следующие основные классы:

- системы с интеллектуальной обратной связью и интеллектуальными интерфейсами;
- автоматизированные системы распознавания образов;
- автоматизированные системы поддержки принятия решений;

- экспертные системы (ЭС);
- нейронные системы;
- генетические алгоритмы и моделирование эволюции;
- когнитивное моделирование;
- выявление знаний из опыта (эмпирических фактов) и интеллектуальный анализ фактов (data mining).

Кроме того, классификация СИИ может проводиться:

- по степени структурированности решаемых задач;
- по автоматизируемым функциям;
- по сфере применения и характеру используемой информации, например, по уровням управления.

Искусственный интеллект (artificial intelligence) в области ядерного приборостроения – свойство аппаратуры для измерения ионизирующего излучения и управления ядерным объектом брать на себя отдельные функции интеллекта человека. Это может быть программная инфраструктура (в том числе, специальные алгоритмы, адаптированные или автоматические режимы работы и т. д.), способная принимать самостоятельные решения.

Развитие информационных технологий, использование опыта, накопленного при разработке военной и космической аппаратуры, аппаратуры ядерного приборостроения, участвовавшей в

проведении экспериментов и измерений, имеющих априорный характер, позволили создать системы и детекторы радиационного мониторинга и контроля, обладающие различным по уровню искусственным интеллектом [1-5]. Современные АСУ по своим свойствам интеллектуальности приближаются к системам искусственного интеллекта.

Аппаратура может быть построена как с централизованным, так и с распределенным интеллектом. Системы с распределенным интеллектом содержат устройства детектирования, в которые структурно интегрированы микроконтроллеры, обеспечивающие первичную обработку информации и другие действия, задаваемые специальной программой. Искусственный интеллект аппаратуры, обеспечивающей радиационный мониторинг источников излучения, окружающей среды и человека, предполагает программные инфраструктуры, обеспечивающие:

- самостоятельные изменения характеристик и режимов работы аппаратуры;
- включение предупреждающей сигнализации, выдачу рекомендаций и управляющих воздействий;
- самостоятельное диагностирование/тестирование аппаратуры, защиту и восстановление структуры

и получаемой информации в зависимости от ее работоспособности, условий изменения и эксплуатации;

- кибербезопасность ядерного объекта, устройства и программы [6].

Поэтому представляет интерес оценка технических средств ядерного приборостроения по уровню использования искусственного интеллекта по принципу оценки уровня интеллекта человека IQ (intelligence quotient).

Для экспертной оценки качества продукции применяют шкалы с различными уровнями. Используют три, пять, семь, десять и даже сто уровней. В шкалах с большим числом градаций содержится много «мертвых зон» с неудовлетворительными оценками, которые не используются в экспертной оценке. Шкалы с тремя–пятью уровнями дают грубую экспертную оценку. Поэтому по примеру Международной шкалы ядерных событий ИНЕС (инцидент или авария) МАГАТЭ предлагается семиуровневая шкала классификации аппаратуры для измерения ионизирующего излучения (табл.1).

**Табл.1.** Шкала классификации технических средств ядерного приборостроения по уровню использования искусственного интеллекта.

Уровень	Название уровня
7	Совершенный (Perspective)
6	Продвинутый (Advanced)
5	Высший промежуточный (Upper intermediate)
4	Промежуточный (Intermediate)
3	Предпромежуточный (Pre-intermediate)
2	Элементарный (Elementary)
1	Начинающий (Beginner)

Ноль свидетельствует об отсутствии в аппаратуре искусственного интеллекта.

Анализ радиационной аварии на АЭС «Фукусима-1» привел к выводу, что новые системы, обеспечивающие управление и безопасность ядерных объектов, в том числе АЭС, безопасность окружающей среды, персонала и населения, должны иметь следующие возможности [7]:

- самонастройки;
- проведения самоконтроля;
- выявления с помощью специальной архитектуры дефектных элементов и их блокировки;
- обеспечения аварийной готовности и реагирования на проектную и запроектную аварии;
- изменения структуры за счет модульности в зависимости от решаемой задачи, объема

контроля, сложности энергетического объекта;

- изменения своих функций в случае ухудшения радиационной обстановки (обладание искусственным интеллектом «система–трансформер»);
- давать операторам БЩУ (блочный щит управления) экспертную оценку о радиационном событии на АЭС и рекомендации по минимизации его последствий.

Классификация технических средств ядерного приборостроения позволит систематизировать информацию о возможностях аппаратуры и обеспечить на современном уровне безопасность радиационных объектов, окружающей среды и человека. Критерии классификации также могут быть положены в основу разработки нового стандарта ТК 45 МЭК «Ядерное приборостроение».

## Литература

1. Бубнов Ю.З. Интеллектуальные сенсоры для систем непрерывного мониторинга окружающей среды // Петербургский журнал электроники. 1994. № 3. С. 8-13.
2. Поленов Б.В. Экспериментальные методы и технические средства для бортовых измерений космической плазмы и гамма-всплесков. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: НИЦ «СНИИП», 1997.
3. Горн Л.С., Ильин Б.А., Иовлев М.В. и др. Построение «интеллектуальных» устройств детектирования для систем КРО. В сб. Ядерные измерительно-информационные технологии-99. Труды НИЦ «СНИИП», 1999. С. 71-80.
4. Черкашин И.И. Построение «интеллектуальных» устройств детектирования и сигнализации для автоматизированного пространственного и временного измерения ионизирующих излучений. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. М.: НИЦ «СНИИП», 2001.
5. Поленов Б.В. Использование «искусственного интеллекта» в аппаратуре, обеспечивающей радиационную безопасность человека и окружающей среды // Ядерные измерительно-информационные технологии. 2009. № 3(31). С. 3-11.
6. Поленов Б.В. О будущем ядерной энергетики и ядерного приборостроения // Ядерные измерительно-информационные технологии. 2012. № 1(41). С. 77-90.
7. Поленов Б.В. Уроки радиационной аварии на АЭС «Фукусима-1» // Научный информационный сборник «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», ВИНТИ, М., 2012. № 5. С. 109-123.

## Classification of Technical Means to Nuclear Instrumentation According by Level Use Artificial Intelligence

Polenov Boris (Expert TC 45 IEC; SRNU МЕРНІ, Moscow, Russia)

**Abstract.** Analyse to standards TC 45 IEC «Nuclear instrumentation». Consideration of instruments to measure to radiation use artificial intelligence. Suggestion classification of technical means to nuclear instrumentation according by level use artificial intelligence is discussed.

**Key words:** nuclear instrumentation, systems, instruments, ionizing radiation, artificial intelligence, classification.

Поленов Б.В. (д.т.н., профессор) – Эксперт ТК 45 МЭК; НИЯУ МИФИ, г. Москва.

Контакты: тел.: +7 (495) 612-43-47; e-mail: borispolenov@yandex.ru.