

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВОПРОСАХ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА РОБОТИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. И. Годунов¹, С. В. Шишков², З.-А. Саламон³, А. И. Мельничук⁴, А. В. Алексеев⁵

^{1, 4} Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

^{2, 3} Филиал Военной академии материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева в г. Пензе, Пенза, Россия

⁵ Приволжский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия

¹ avitelpgu@mail.ru, ² paii@mil.ru, ³ paii@mil.ru, ⁴ pelmenio@mail.ru, ⁵ antonvladim@mail.ru

Аннотация. Актуальность и цели. Применение роботизированных устройств с искусственным интеллектом в сложных системах военного назначения привело к появлению новых задач, решение которых значительно сложнее по сравнению с задачами предыдущего этапа совершенствования «человеко-машинного интерфейса». Авторами работы было проведено исследование по выявлению преимущества применения искусственного интеллекта в сложных системах военного назначения и оценки их надежности и качества при применении в боевых действиях. Материалы и методы. В исследовании использованы данные открытых отчетов к статистическим опросам разработчиков и пользователей роботизированных сложных систем военного назначения, отчетов об исследовании роботизированных устройств. Результаты. Даны формулировки уровней искусственного относительно естественного интеллекта, определена классификация роботизированных устройств, а также дана оценка надежности и качества применения искусственного интеллекта в сложных системах военного назначения при проведении боевых действий. Выводы. Искусственный интеллект и роботизация сложных систем военного назначения становятся неотъемлемой частью военной промышленности, обеспечивая значительные преимущества в области точности, скорости и безопасности военных операций и проведения боевых действий. Интеграция искусственного интеллекта в вопросы надежности и качества роботизации сложных систем военного назначения способствует улучшению военной силы и обеспечению преимущества на театре военных действий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, военные роботизированные системы, роботизированные устройства, сложные системы военного назначения

Для цитирования: Годунов А. И., Шишков С. В., Саламон З.-А., Мельничук А. И., Алексеев А. В. Искусственный интеллект в вопросах надежности и качества роботизации сложных систем военного назначения // Надежность и качество сложных систем. 2025. № 3. С. 17–25. doi: 10.21685/2307-4205-2025-3-2

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ISSUES OF RELIABILITY AND QUALITY OF ROBOTICS OF COMPLEX MILITARY SYSTEMS

A.I. Godunov¹, S.V. Shishkov², Z.-A. Salamon³, A.I. Melnichuk⁴, A.V. Alekseev⁵

^{1, 4} Penza State University, Penza, Russia

^{2, 3} Branch of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev in Penza, Penza, Russia

⁵ Volga State Transport University, Samara, Russia

¹ avitelpgu@mail.ru, ² paii@mil.ru, ³ paii@mil.ru, ⁴ pelmenio@mail.ru, ⁵ antonvladim@mail.ru

Abstract. Background. The use of robotic devices with artificial intelligence in complex military systems has led to the emergence of new problems, the solution of which is much more difficult compared to the tasks of the previous stage of improving the "human-machine interface". The authors of the work conducted a study to identify the advantages of using artificial intelligence in complex military systems and assess their reliability and quality when used in combat. **Materials and methods.** The study used data from open reports on statistical surveys of developers and users of robotic complex military systems, reports on the study of robotic devices. Results. The levels of artificial relative to natural intelligence are formulated, the classification of robotic devices is determined, and the reliability and quality of the use of artificial intelligence in complex military systems during combat operations are assessed. Conclusions. Artificial

intelligence and robotics of complex military systems are becoming an integral part of the military industry, providing significant advantages in the field of accuracy, speed and safety of military operations and combat operations. The integration of artificial intelligence into issues of reliability and quality of robotics of complex military systems contributes to the improvement of military force and provides an advantage in the theater of military operations.

Keywords: artificial intelligence, military robotic systems, robotic devices, complex military systems

For citation: Godunov A.I., Shishkov S.V., Salomon Z.-A., Melnichuk A.I., Alekseev A.V. Artificial intelligence in the issues of reliability and quality of robotics of complex military systems. *Nadezhnost' i kachestvo slozhnykh sistem = Reliability and quality of complex systems*. 2025;(3):17–25. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-4205-2025-3-2

Введение

Человек, имеющий наибольший мозг относительно размера всего тела в животном мире, является доминирующим видом на Земле, хотя мы не самые выносливые, стремительные и жизнестойкие. Но возможность интеллекта человека использовать подручные инструменты и способность приручать другие виды животных на основе умственного превосходства с древних времен дает преимущество с точки зрения охоты, собирательства и ведения войны.

И реалии, окружающие нас, заставляют задать вопрос: способен ли искусственный интеллект (ИИ) приручить человека, как он сам поступал на протяжении тысячелетий с другими видами? История возникновения искусственного интеллекта начинается еще в древности. Философы того времени стремились осознать интеллект человека. Например, Аристотель разработал «формальную логику», которая позже стала основой для алгоритмов [1]. И уже с начала XXI в. история создания искусственного интеллекта связана с развитием машинного обучения и обработки больших данных. Использование новых технологий – нейронных сетей – позволяет искусственному интеллекту обучаться самостоятельно на основе анализа больших данных, обеспечивающих пока человеком.

«Наш дом» – планета Земля – вступает в эру ведения боевых действий, которая будет напрямую зависеть от решений, принятых современным искусственным интеллектом. Подобные системы имеют официальное название «Смертоносные автономные системы вооружений» (Lethal Autonomous Weapons Systems, LAWS), но чаще их называют просто «роботами-убийцами» [2–4].

Искусственный интеллект

«Искусственный интеллект – это область компьютерной науки, которая занимается разработкой и созданием систем, способных выполнять задачи, требующие интеллектуальных способностей. Эти системы основаны на алгоритмах и моделях, которые позволяют им обрабатывать информацию, обучаться на основе опыта и принимать решения» [2–5].

«Искусственный интеллект может быть реализован различными способами, включая машинное обучение, нейронные сети, экспертные системы, генетические алгоритмы и многое другое» [2–5].

«Цель искусственного интеллекта – создание компьютерных систем, которые могут выполнять сложные задачи, ранее считавшиеся прерогативой человека». «Искусственный интеллект основан на компьютерных алгоритмах и программировании, в то время как естественный интеллект – это результат биологической эволюции и функционирования человеческого мозга». Искусственный интеллект имеет ограниченные области применения и способности, а естественный интеллект обладает широким спектром способностей, включая абстрактное мышление, творчество и эмоциональные реакции [2–5].

В настоящее время искусственный интеллект развивается дальше, изменения разнообразные сферы деятельности человека и взаимосвязь «человека и машины». Вместе с тем человек сталкивается с комплексом вопросов, относящихся к соблюдению нравственных стандартов или норм. Главная задача – обеспечение защищенности человека и информационная безопасность при создании и применении систем на основе искусственного интеллекта. Нарушения безопасности данных и конфиденциальности в настоящее время нарастают, что заставляет перейти к более строгим регуляциям и действиям по защите информации.

Урегулирование этических вопросов следует проводить в совместной работе самих этиков, технических специалистов искусственного интеллекта и военных специалистов, политиков и других участников, непосредственно связанных с этими вопросами.

Вместе с тем искусственный интеллект повышает беспокойство в отношении сокращения рабочих мест и экономического расслоения общества, хотя с нашим дефицитом рабочих профессий стоит проблема быстрого переобучения людей и урегулирования региональных заработанных плат

для устранения социальных и экономических неравенств в обществе. В настоящее время необходимо заменять «нелегальных мигрантов» на робототехнические комплексы.

Бурное развитие искусственного интеллекта создает тревогу по поводу его воздействия на кибербезопасность, что вызывает необходимость межгосударственного взаимодействия и этического регулирования.

К главным понятиям искусственного интеллекта (в международных обозначениях) следует отнести: искусственный интеллект (AI – Artificial Intelligence); машинное обучение (ML – Machine Learning) – раздел AI; наука о данных (DS – Data Science) [2–5].

Искусственный интеллект распределяется на следующие уровни:

- уровень 0 – «нет искусственного интеллекта» (начальный уровень компьютерных программ, без функции адаптации и самообучения, например, калькуляторы);

- уровень 1 – нижний уровень иерархии – «слабый – развивающийся искусственный интеллект» (уровень человека без специальных навыков и даже лучше, где применяются нейронные сети, алгоритмы и формы эволюционирующих вычислений, обеспечивающие понимание процессов адаптации, восприятия, воплощения и взаимодействия с окружающим физическим миром);

- уровень 2 – «средний – компетентный искусственный интеллект» (решает задачи на уровне среднего взрослого (не выдающегося, но компетентного сотрудника), где применяются шаблоны логического вывода, где рассматриваются и изучаются схемы дедукции, абдукции, индукции, поддержки истинности, а также другие многочисленные модели и принципы рассуждений);

- уровень 3 – высший уровень – «сильный – экспертный искусственный интеллект» – это сам разум, превосходящий человеческий. Создаваемый сегодня ИИ подразумевает любую деятельность компьютера, имитирующую человеческий интеллект; сильный ИИ – только такую, которая претендует на что-то универсально общее, похожее на то, как мыслит человек;

- уровень 4 – «виртуозный искусственный интеллект» – достигает высот мастерства, превосходящего навыки 99 % взрослых людей, который намного умнее лучших человеческих умов практически в любой сфере, в том числе научного творчества и социальных навыков;

- уровень 5 – «сверхчеловеческий искусственный интеллект». На пятом уровне искусственный интеллект выходит за пределы человеческих возможностей и может решать задачи, недоступные человеку.

Большие данные – большой объем структурированных и неструктурированных данных в цифровом виде, характеризующийся объемом, скоростью изменения и разнообразием. Для обработки больших данных могут применяться специализированные программные инструменты, такие как Apache Hadoop / Storm / Spark, Kaggle, СУБД класса NoSQL [2–5]. Переработанный, упорядоченный и размеченный набор данных, извлеченный из релевантного массива больших данных, служит неотъемлемым и важным элементом для машинного обучения в современных военных системах.

Нейронная сеть – взаимосвязанное множество искусственных нейронов, выполняющих простые логические операции, обладающие способностью машинного обучения.

Схематично зависимость основных определений представлена на рис. 1.

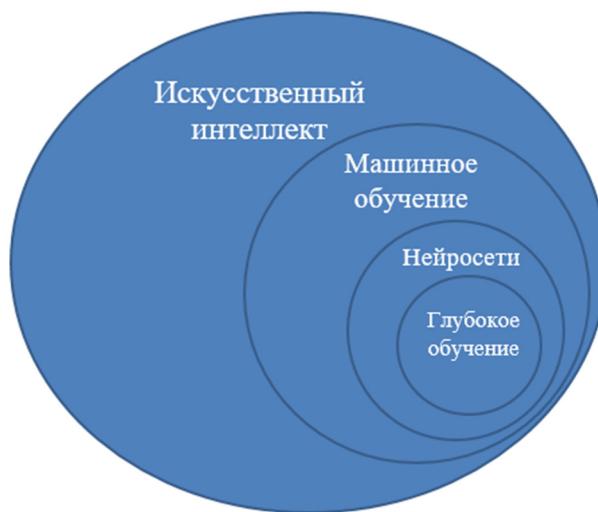


Рис. 1. Схема взаимосвязи искусственного интеллекта с машинным обучением

Из рис. 1 следует, что машинное обучение – это раздел искусственного интеллекта. «Машинное обучение – это техника обучения информационной системы на основе предоставленных наборов данных без использования предопределенных правил, является частным случаем искусственного интеллекта. Общей задачей машинного обучения является построение алгоритма (программы) на основании предоставленных входных данных и заданных верных/ожидающихся результатов: таким образом, процесс работы ML-системы разделен на первоначальное обучение на предоставляемых наборах данных и на последующее принятие решений уже обученной системой» [5].

В настоящее время существует несколько способов машинного обучения:

- контролируемое (обучение с учителем);
- неконтролируемое (обучение без учителя);
- частично контролируемое;
- обучение с подкреплением;
- самообучение;
- трансферное обучение.

Контролируемое обучение или обучение с учителем – способ машинного обучения, в котором используются размеченные наборы данных (проклассифицированные объекты с выделенными характерными признаками), для которых некий «учитель» (человек или обучающая выборка) указывает правильные пары «вопрос–ответ», на основании чего требуется построить алгоритм предоставления ответов на дальнейшие аналогичные вопросы.

«Неконтролируемое обучение или обучение без учителя – способ машинного обучения, в котором не используются размеченные наборы данных, не указаны правильные пары «вопрос–ответ», а от информационной системы требуется на основании известных свойств объектов найти различные взаимосвязи между ними» [5].

«Частично контролируемое обучение или обучение с частичным привлечением учителя – способ машинного обучения, в котором комбинируется небольшое количество размеченных наборов данных и большое количество неразмеченных. Такой подход оправдан тем, что получение качественных размеченных наборов данных является достаточно ресурсоемким и длительным процессом» [5].

«Обучение с подкреплением – частный случай обучения с учителем, при котором «учителем» является среда функционирования, дающая обратную связь информационной системе в зависимости от принятых ею решений. При этом в машинном обучении могут использоваться и другие алгоритмы, такие как байесовские сети, цепи Маркова, градиентный бустинг» [5].

Самообучение – это обучение, при котором испытуемая система спонтанно обучается выполнять поставленную задачу без вмешательства со стороны экспериментатора. При этом модель самостоятельно обучается на неразмеченных данных, чтобы проставлять собственные метки. Так работают, например, алгоритмы, которые подсказывают следующее слово при наборе текста на смартфоне.

Трансферное обучение – наиболее сложный способ, который предполагает обучение модели на одном типе задач, а использование – на другом. Такой подход экономит ресурсы, так как модель не приходится учить всему с нуля.

Глубокое обучение – это частный случай машинного обучения, в котором используется сложная многослойная искусственная нейронная сеть для эмуляции работы человеческого мозга и обработки речи, звуковых и визуальных образов. Машинное зрение в настоящее время широко используется в системах обеспечения безопасности, контроля транспорта и пассажиров. Системы обработки речи и распознавания слов помогают голосовым ассистентам «Сири» или «Алисе» отвечать на вопросы пользователей [5].

Роботизация

Согласно ГОСТу робот – программируемый исполнительный механизм с определенным уровнем автономности для выполнения перемещения, манипулирования или позиционирования [6].

Робототехническое устройство – исполнительный механизм, обладающий характеристиками промышленного робота или сервисного робота, но не имеющий либо необходимого числа программируемых степеней подвижности, либо некоторой степени автономности [6].

Робототехнический комплекс – комплекс, состоящий из одного или нескольких роботов, их рабочих органов и любых механизмов, оборудования, приборов или датчиков, обеспечивающих выполнение роботом функционального назначения (задания) [6].

Классификация роботов может проводиться по разным признакам, приведенным ниже [6].

По характеру выполнения технологических операций:

- технологические (выполняют основные технологические операции);
- вспомогательные (например, подъемно-транспортные, которые выполняют функции переноса объекта в вертикальной и горизонтальной плоскостях);
- универсальные (выполняют разнообразные технологические операции – основные и вспомогательные).

По степени специализации:

- специальные – только для выполнения одной технологической операции или обслуживания конкретного технологического оборудования;
- специализированные – для выполнения технологических операций одного вида;
- многоцелевые – для выполнения различных основных и вспомогательных операций.

По системе основных координатных перемещений:

- прямоугольная: плоская, пространственная;
- полярная: плоская, цилиндрическая, сферическая.

По числу степеней подвижности:

- с одной степенью подвижности;
- двумя степенями подвижности;
- n степенями подвижности.

По грузоподъемности:

- сверхлегкие – до 1 кг;
- легкие – до 10 кг;
- средние – до 200 кг;
- тяжелые – до 1000 кг;
- сверхтяжелые – свыше 1000 кг¹.

Таким образом, робот – это автоматическое устройство, которое за счет конкретной интегрированной программы может исполнять за человека некоторые или все мыслительные и телесные задачи. Всем известны бытовые или сервисные роботы, которые помогают человеку в каждый день по хозяйству – персональные (роботы-пылесосы, кухонные роботы и т.д.) или на работе – профессиональные (роботы-консультанты, роботы-гиды и т.д.) [7].

В последнее время активно используются боевые роботы, которые являются универсальными техническими устройствами, принимающими участие в боевых действиях. На СВО активно используются воздушные, наземные и морские роботы, например, многофункциональная дистанционно управляемая платформа «Депеша», которая управляется одним оператором и способна быстро и незаметно доставлять на передний край провизию, боеприпасы, топливо и эвакуировать раненых солдат. Еще гусеничный робот «Каракал», который управляется оператором на расстоянии 2 км, способен нести на себе 500 кг с запасом хода в 150 км. Маневренный и компактный «Каракал» может перевозить грузы, эвакуировать раненых, выполнять огневую поддержку. Их всех можно отнести к роботизированным сложным системам военного назначения, работающим как с помощью операторов с поддержкой искусственного интеллекта при принятии решения, так и без участия человека – автономное оружие [8].

Сложные системы военного назначения

Искусственный интеллект используется военными и оборонными организациями различными способами: кибербезопасность, логистика и транспорт, распознавание целей, медицинское обслуживание, моделирование боевых действий и обучение солдат. На рис. 2 приведены распространенные сценарии использования искусственного интеллекта.

Из рис. 2 следует, что для обеспечения поддержания ситуационной осведомленности в режиме реального времени и в моменте детектирования угроз применяются алгоритмы искусственного интеллекта, которые необходимы для обработки больших объемов данных из многообразных источников от датчиков военных приборов до спутников. С целью прогнозирования технического обслуживания использование алгоритмов искусственного интеллекта значительно сокращает время простоя вооружения и военной техники и тем самым повышает обороноспособность военного подразделения

¹ ГОСТ Р 60.0.0.4 – 2019/ ISO 8373:2012. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения.

в целом на основе быстрого определения неисправности и необходимых запасных частей. Аналогично алгоритмы искусственного интеллекта применяются в кибербезопасности, базирующейся на изобличении и предупреждении кибератак противника. К основному сценарию использования искусственного интеллекта необходимо также отнести способность оказания помощи в принятии решения, когда в условиях постоянного стресса и высокого риска человеку необходима рекомендация в режиме реального времени, а также для исключения человека от управления средствами поражения или вооружением и военной техникой в целом [9].



Рис. 2. Некоторые распространенные сценарии использования алгоритмов искусственного интеллекта

На рис. 3 приведены некоторые возможные последствия применения искусственного интеллекта в военных целях.



Рис. 3. Некоторые возможные последствия применения искусственного интеллекта в военных целях

Из рис. 3 следует, что последствия применения искусственного интеллекта в военных целях могут привести к повышенной летальности, так как использование оружия, работающего на алгоритмах искусственного интеллекта, приведет к гораздо большему числу человеческих жертв, чем традиционное оружие (причина кроется в точности попадания этого оружия и, соответственно, фатальностью). Также искусственный интеллект может применяться для изобретения новых форм ведения войны с использованием роботов или киберпространства. Использование искусственного интеллекта в военных конфликтах и боевых действиях может бросить вызов действующему международному праву.

Таким образом, применение искусственного интеллекта в сложных системах военного назначения имеет следующие преимущества:

- увеличение точности и эффективности военных операций на основе улучшения точности наведения оружия, рациональному выбору маршрутов и маневров, что приводит к снижению потерь и повышению эффективности операций;
- анализ огромных объемов данных и принятие решений в реальном времени при быстроизменяющихся условиях ведения боевых действий с целью предоставления информации человеку;

- уменьшение человеческого фактора на основе автоматизации сложных процессов;
- улучшение безопасности личного состава и гражданского населения с целью предотвращения проникновения на территорию диверсионных и террористических групп;
- сокращение времени и затрат на организацию и проведение боевых действий и эффективное распределение резервов и материально-технического обеспечения [10].

Надежность и качество роботизации сложных систем военного назначения на основе использования искусственного интеллекта

Искусственный интеллект играет важную роль в вопросах надежности и качества сложных систем военного назначения, в повышении точности прогнозирования дефектов и сбоев в работе вооружения и военной техники, что позволяет прогнозировать возможные риски и принять меры к их устранению.

Искусственный интеллект выполняет ряд монотонных заданий, таких как сбор огромных данных, анализ отчетов и отслеживание стандартов качества, что облегчает деятельность человека.

Алгоритмы искусственного интеллекта анализируют данные об использовании вооружения и военной техники и могут прогнозировать, когда какие устройства будут требовать ремонта или технического обслуживания.

С целью развития внедрения искусственного интеллекта в управление качеством в сложных системах военного назначения рекомендуется этому обучать в учебных заведениях курсантов, развивать инфраструктуру для их качественного обучения.

При этом надежность искусственного интеллекта означает его способность работать стабильно и предсказуемо в разнообразных вариантах применения. Сложная система военного назначения, основанная на использовании искусственного интеллекта, должна быть способна делать верные прогнозы или принимать некоторые решения исходя из доступных данных.

Невзирая на достоинства применения искусственного интеллекта, плохая надежность, возможно, приведет к тяжелым последствиям. Ошибки и неправильные решения в прогнозах или в обработке больших данных могут причинить вред человеку и эксплуатации сложных систем военного назначения. Для гарантирования надежности искусственного интеллекта целесообразно использовать разнообразные действия по обеспечению качества сложных систем военного назначения, что содержит в себе обоснованное тестирование и верификацию сложной системы военного назначения, а также учет свойств конкретного сценария боевых действий или обеспечения таковых. Таким образом, искусственный интеллект в процессе роботизации сложных систем военного назначения должен быть полезным и надежным в реальных условиях эксплуатации.

Также важным аспектом надежности искусственного интеллекта в процессе роботизации сложных систем военного назначения является его возможность к самообучению и адаптации. Если система может исправлять свои алгоритмы и прогнозы в зависимости от новых данных, это повышает ее надежность и возможность адаптироваться к меняющимся условиям ведения боевых действий.

Таким образом, надежность и качество роботизации сложных систем военного назначения на основе использования искусственного интеллекта являются критически важным фактором для его успешного применения. Чтобы искусственный интеллект был удобным и эффективным, необходимо обеспечить его надежность, тестируя и адаптируя систему в соответствии с конкретными сценариями ведения боевых действий и их обеспечения.

Заключение

В заключение можно отметить, что применение искусственного интеллекта в вопросах надежности и качества роботизации сложных систем военного назначения имеет большой потенциал для создания современных и оригинальных решений. Использование искусственного интеллекта позволяет снизить человеческий фактор ошибок, оптимизировать повторяющиеся задачи и роботизировать процессы ведения боевых действий. Тем не менее при внедрении искусственного интеллекта нужно брать во внимание моральные и общесоциальные особенности, а также поддерживать надежность и качество роботизации сложных систем военного назначения.

Искусственный интеллект и роботизация сложных систем военного назначения становятся неотъемлемой частью военной промышленности, обеспечивая значительные преимущества в области точности, скорости и безопасности военных операций и проведении боевых действий. Интеграция

искусственного интеллекта в вопросы надежности и качества роботизации сложных систем военного назначения способствует улучшению военной силы и обеспечению преимущества на театре военных действий.

Список литературы

1. Алябьева В. Г. От логики формальной до логики символической // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2017. № 2. С. 69–76.
2. Прокурина Д. С., Хохлова М. И., Сафин Н. И. Смертоносные автономные системы вооружений: будущее военной индустрии или угроза падения международного гуманитарного права? // Евразийская адвокатура. 2020. № 6. С. 81–85.
3. Петрова Д. А., Гайворонская Я. В., Мамычев А. Ю. Смертоносные автономные системы: этические, юридические, политические проблемы и перспективы их решения // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета. 2019. № 4. С. 33–45.
4. Степанов А. А. Искусственный интеллект в зарубежных армиях // Зарубежное военное обозрение. 2021. № 1. С. 21–27.
5. Менчиков А. А., Кармановский Н. С. Киберустойчивость систем искусственного интеллекта : учеб.-метод. пособие. СПб. : Университет ИТМО, 2024. 52 с.
6. Юрьевич Е. И. Основы робототехники : учеб. пособие. 4-е изд. перераб. и доп. СПб. : БХВ-Петербург, 2018. 304 с.
7. Гарбук С. В. Метод оценки влияния параметров стандартизации на эффективность создания и применения систем искусственного интеллекта // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 3. С. 4–14.
8. Щербаков Е. В., Иванюха А. А., Лучников И. В. Применение искусственного интеллекта в автоматизированных системах управления // Научный лидер. 2023. № 38. С. 104–106.
9. Адамова А. А. Интеллектуальные методы системного управления технологичностью // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. 2024. Т. 1. С. 120–127.
10. Годунов А. И., Куканов С. А., Суздал'цев П. С. Навигационные элементы полета беспилотного летательного аппарата // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. 2024. Т. 1. С. 104–111.

References

1. Alyab'yeva V.G. From formal logic to symbolic logic. *Vestnik Permskogo universiteta. Matematika. Mekhanika. Informatika = Bulletin of Perm University. Mathematics. Mechanics. Computer science.* 2017;(2):69–76. (In Russ.)
2. Proskurina D.S., Khokhlova M.I., Safin N.I. Lethal autonomous weapons systems: the future of the military industry or the threat of the fall of international humanitarian law? *Yevraziyskaya advokatura = The Eurasian Legal Profession.* 2020;(6):81–85. (In Russ.)
3. Petrova D.A., Gayvoronskaya Ya.V., Mamychev A.Yu. Lethal autonomous systems: ethical, legal, political problems and prospects for their solution. *Territoriya novykh vozmozhnostey. Vestnik Vladivostorskogo gosudarstvennogo universiteta = The territory of new opportunities. Bulletin of Vladivostok State University.* 2019;(4): 33–45. (In Russ.)
4. Stepanov A.A. Artificial intelligence in foreign armies. *Zarubezhnoye voyennoye obozreniye = Foreign Military Review.* 2021;(1):21–27. (In Russ.)
5. Menshchikov A.A., Karmanovskiy N.S. *Kiberustoychivost' sistem iskusstvennogo intellekta: ucheb.-metod. posobiye = Cyber stability of artificial intelligence systems : an educational and methodological guide.* Saint Petersburg: Universitet ITMO, 2024:52. (In Russ.)
6. Yurevich E.I. *Osnovy robototekhniki: ucheb. posobiye. 4-e izd. pererab. i dop. = Fundamentals of robotics : a textbook. 4th ed. revision. and additional.* Saint Petersburg: BKHV-Peterburg, 2018:304. (In Russ.)
7. Garbuk S.V. A method for assessing the impact of standardization parameters on the effectiveness of creating and applying artificial intelligence systems. *Informatsionno-ekonomicheskiye aspeki standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya = Information and economic aspects of standardization and technical regulation.* 2022;(3):4–14. (In Russ.)
8. Shcherbakov E.V., Ivanyukha A.A., Luchnikov I.V. Application of artificial intelligence in automated control systems. *Nauchnyy lider = Scientific leader.* 2023;(38):104–106. (In Russ.)
9. Adamova A.A. Intelligent methods of system technology management. *Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo = Proceedings of the International Symposium Reliability and Quality.* 2024;1:120–127. (In Russ.)
10. Godunov A.I., Kukanov S.A., Suzdal'tsev P.S. Navigation elements of an unmanned aerial vehicle flight. *Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma Nadezhnost' i kachestvo = Proceedings of the International Symposium Reliability and Quality.* 2024;1:104–111. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Анатолий Иванович Годунов

доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ,
профессор кафедры автоматики и телемеханики,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: avitelpgu@mail.ru

Anatoly I. Godunov

Doctor of technical sciences, professor,
honored scientist of the Russian Federation,
professor of the sub-department
of automation and telemechanics,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Сергей Викторович Шишков

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры военных приборов,
Филиал Военной академии
материально-технического
обеспечения имени генерала армии
А. В. Хрулева в г. Пензе
(Россия, г. Пенза, Военный городок)
E-mail: paii@mil.ru

Sergey V. Shishkov

Doctor of technical sciences, associate professor,
professor of the sub-department of military devices,
Branch of the Military Academy
of Logistics named after Army General
A.V. Khrulev in Penza
(Military town, Penza, Russia)

Зайн-Алабдин Саламон

адъюнкт,
Филиал Военной академии
материально-технического
обеспечения имени генерала армии
А. В. Хрулева в г. Пензе
(Россия, г. Пенза, Военный городок)
E-mail: paii@mil.ru

Zain-Alabdin Salamon

Adjunct,
Branch of the Military Academy
of Logistics named after Army General
A.V. Khrulev in Penza
(Military town, Penza, Russia)

Антон Иванович Мельничук

аспирант,
инженер группы регламента и ремонта
радиоэлектронной аппаратуры,
Пензенский государственный университет
(Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40)
E-mail: pelmenio@mail.ru

Anton I. Melnichuk

Postgraduate student,
engineer of the radio electronic equipment
regulation and repair group,
Penza State University
(40 Krasnaya street, Penza, Russia)

Антон Владимирович Алексеев

кандидат технических наук, доцент кафедры
механики и инженерной графики,
Приволжский государственный университет
путей сообщения
(Россия, г. Самара, ул. Свободы, 2В)
E-mail: antonyvladim@mail.ru

Anton V. Alekseev

Candidate of technical sciences,
associate professor of the sub-department
of mechanics and engineering graphics,
Volga State Transport University
(2V Svobody street, Samara, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /

The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию/Received 20.08.2025

Поступила после рецензирования/Revised 10.09.2025

Принята к публикации/Accepted 21.09.2025