

**Имамутдинов Роман Арсенович**, студент,  
Южно-Уральский государственный  
университет в г. Челябинске

**Сохбатов Вадим Рахибович**, студент,  
Южно-Уральский государственный  
университет в г. Челябинске

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СТАНЦИИ**

**Аннотация.** В нашей статье рассматриваются перспективы внедрения искусственного интеллекта в радиолокационные станции с целью улучшения характеристик радиолокационных систем.

**Ключевые слова:** Информация, искусственный интеллект, защита, радиолокационные станции, данные, технологии, управление, цели, распознавание, система.

Актуальностью данной статьи является то что в наши дни современные РЛС играют ключевую роль в обеспечении безопасности, мониторинге воздушного пространства, навигации и других целях с увеличением сложности задач, связанных с обнаружением и отслеживанием целей, возникает необходимость использовать более совершенных методов обработки. Одним из этих направлений является применения искусственного интеллекта в процессе оптимизации сигналов, получаемых от РЛС. Вклад искусственного интеллекта позволяет улучшить обнаружение и классификацию целей, распознавание объектов, кроме того применения искусственного интеллекта для улучшения обработки сигналов РЛС представляет собой важную и актуальную задачу. Искусственный интеллект, особенно методы глубокого обучения, могут существенно улучшить способность РЛС обнаруживать цели на фоне помех. Применение искусственного интеллекта в задаче классификации РЛИ объектов военной техники продемонстрировало высокую точность, к примеру нейронные сети могут обрабатывать большие объемы данных и выявлять эффективный способ решения характерных задач проектирования, которые сложно уловить традиционными методами. На основе разработанного композиционного метода получены алгоритмы пространственно-временной обработки сигналов в многолучевых РЛС. Проблема защиты радиоэлектронных средств от различного рода помех как естественного, так и искусственного происхождения имеет исключительно важное значение. В связи с непрерывным развитием средств радиопротиводействия, совершенствованием тактики их применения, ответственности и сложности решаемых радиоэлектронными средствами надгоризонтной радиолокации задач актуальность указанной проблемы постоянно возрастает. Вот основные направления и ожидаемые преимущества:

Во первых, улучшение обнаружения и классификации целей: Повышение чувствительности: ИИ может анализировать слабые сигналы и выявлять цели, которые были бы пропущены обычными методами. Снижение ложных тревог: ИИ способен обучаться на реальных данных и выявлять закономерности, которые позволяют отличать реальные цели от помех. Классификация целей: ИИ может анализировать радиолокационные сигналы и определять тип цели (самолет, корабль, беспилотник и т.д.) с высокой точностью. Используются методы машинного обучения для распознавания образов и анализа характеристик сигналов. Распознавание сложных целей: ИИ может распознавать замаскированные цели или цели, использующие средства радиоэлектронной борьбы.



**Прогнозирование траекторий:** На основе анализа текущей траектории цели, ИИ может прогнозировать её дальнейшее движение, что полезно для систем управления и наведения.

**Во вторых, адаптивное управление РЛС:** Автоматическая настройка параметров: ИИ может автоматически оптимизировать параметры РЛС (частоту, мощность, диаграмму направленности) в зависимости от текущей обстановки и условий окружающей среды. Это позволяет максимизировать эффективность работы РЛС в различных ситуациях. **Приоритизация целей:** ИИ может оценивать приоритетность целей и автоматически перенаправлять ресурсы РЛС на обработку наиболее важных целей. **Автоматическая компенсация помех:** ИИ может автоматически выявлять и компенсировать помехи, как естественные (атмосферные явления), так и искусственные (радиоэлектронное подавление).

**Оптимизация энергопотребления:** ИИ может адаптировать режимы работы РЛС для минимизации энергопотребления без ущерба для эффективности.

**В третьих, улучшение сопровождения целей:** Более точное отслеживание целей: ИИ может использовать сложные алгоритмы фильтрации и прогнозирования для более точного отслеживания движущихся целей. **Сопровождение целей в условиях помех:** ИИ может поддерживать сопровождение целей даже в условиях интенсивных помех или при использовании целями средств радиоэлектронной борьбы. **Мультисенсорное слежение:** ИИ может интегрировать данные от различных датчиков (радиолокационных, оптических, инфракрасных) для более надежного и точного сопровождения целей.

**В четвертых, автоматизация анализа данных и принятия решений:** Автоматическая обработка большого объема данных: ИИ может обрабатывать огромные объемы радиолокационных данных в режиме реального времени, выявляя аномалии и потенциальные угрозы.

**Поддержка принятия решений:** ИИ может предоставлять операторам РЛС информацию и рекомендации для принятия обоснованных решений. **Автоматическое оповещение об угрозах:** ИИ может автоматически выявлять и оповещать операторов о потенциальных угрозах.

**В пятых, сокращение времени реакции:** Автоматизация рутинных задач: ИИ может автоматизировать многие рутинные задачи, такие как обнаружение, классификация и сопровождение целей, что освобождает операторов для более важных задач. **Быстрое реагирование на изменяющиеся условия:** Благодаря адаптивному управлению и автоматическому анализу данных, ИИ позволяет РЛС быстрее реагировать на изменяющиеся условия обстановки.

**В шестых, перспективы в различных областях применения:** Военная сфера: Повышение эффективности систем ПВО, ПРО, морского наблюдения и разведки. Гражданская авиация: Улучшение безопасности полетов, автоматизация управления воздушным движением. Метеорология: Более точные прогнозы погоды, обнаружение опасных метеорологических явлений. Морской транспорт: Улучшение навигации, предотвращение столкновений. Автомобильная промышленность: Разработка систем автономного вождения. Рассмотрим ключевые технологии ИИ, используемые в РЛС: **Машинное обучение (ML):** Обучение моделей на основе данных для решения задач классификации, регрессии, кластеризации. **Глубокое обучение (DL):** Использование многослойных нейронных сетей для обработки сложных радиолокационных сигналов. **Обработка естественного языка (NLP):** Для анализа информации о целях и событиях, поступающей из различных источников. **Компьютерное зрение:** Для интеграции данных от оптических и инфракрасных датчиков с данными РЛС. Рассмотрим какие могут быть вызовы и ограничения: Требования к вычислительной мощности: Для обработки больших объемов данных и выполнения сложных алгоритмов ИИ требуются мощные вычислительные ресурсы. Необходимость больших объемов обучающих данных: Для эффективного обучения моделей машинного обучения необходимо большое количество размеченных данных. Проблемы с интерпретируемостью: Не всегда понятно, как



ИИ принимает решения, что может затруднить доверие к его результатам. Безопасность: Необходимо обеспечить защиту РЛС с ИИ от кибератак. Регуляторные вопросы: Необходимо разработать нормативно-правовую базу для регулирования использования ИИ в РЛС. Задача распознавания является одной из самых распространенных для нейросетевой технологии. Именно в задачах распознавания впервые были применены нейронные сети и в этих же задачах они находят наиболее широкое применение в практических приложениях. В этом направлении ведутся интенсивные работы по самым различным направлениям. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности систем распознавания, реализованных на нейросетевых принципах. При этом достигается гибкость работы системы распознавания и обеспечивается устойчивость при изменениях внешней обстановки.

В заключении хотелось бы сказать, что внедрение ИИ в обработку сигналов РЛС открывает новые горизонты для повышения точности и качество обнаружения, классификацию целей, надежности и адаптивности этих систем, а так же повысив общую эффективность работы РЛС. Российские исследователи активно работают в области развития ИИ, предлагая новые подходы и методики, что подчёркивает важность и актуальность применения ИИ в военных и гражданских целях. Внедрение ИИ в РЛС – это перспективное направление, которое может значительно улучшить характеристики и возможности радиолокационных систем в различных областях применения. Несмотря на существующие вызовы и ограничения, развитие технологий ИИ и доступность вычислительных ресурсов делают эту перспективу все более реальной. В ближайшие годы можно ожидать значительного прогресса в этой области.

*Список литературы:*

1. Платонов А. В. Машинное обучение: учебное пособие для вузов / А. В. Платонов. – 2-е изд. – Москва: Издательство Юрайт, 2025. – 89 с.;
2. Цихилов А.А. Блокчейн: принципы и основы. - Москва: Издательство Альпина Про, 2019.;
3. Кронберг Д. А. Квантовая криптография учебное пособие / Д.А. Кронберг, Ю.И. Ожигов, А.Ю. Черняевский; МГУ им. М.В. Ломоносова, Фак. вычисл. математики и кибернетики. – Москва: МАКС Пресс, 2011;
4. Баланов А.Н. IoT-решения: принципы, примеры, перспективы. - Москва: учебное пособие для СПО, 2024;
5. Богданов В.В. Защита информации: учебное пособие - Москва : ООО Издательский Дом "Афина", 2021.

