

АЛГОРИТМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УЛУЧШЕНИИ КОММУНИКАЦИИ ПИЛОТА И ДИСПЕТЧЕРА

А.А. Князева

knyazeva-anna00@bk.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

Актуальность статьи обусловлена неотъемлемой ролью эффективной коммуникации между пилотами и авиадиспетчерами в обеспечении безопасности полетов. Проанализированы основные проблемы, возникающие в коммуникации, и рассмотрены алгоритмы искусственного интеллекта для их выявления и оптимизации. Рассмотренные алгоритмы включают метод обработки естественного языка (NLP) и автоматическое распознавание речи (ASR). В заключение подчеркивается, что системы искусственного интеллекта в реальном времени могут играть критическую роль в оперативном выявлении и реагировании на изменения в коммуникации. Однако вопросы интеграции технологий искусственного интеллекта в реальном времени в прямой радиозфир требуют дополнительных исследований.

Ключевые слова: коммуникация, авиация, авиадиспетчер, радиозфир, искусственный интеллект, машинное обучение, обработка естественного языка, распознавание речи

Введение. В сфере авиации эффективная коммуникация между пилотом и авиадиспетчером является важным аспектом, определяющим безопасность полетов. Недостатки в коммуникации между этими двумя сторонами могут иметь серьезные последствия: инциденты и аварии. Исследования, проведенные НАСА с использованием базы данных ASRS, показали, что неправильная или неполная связь между диспетчерами и экипажем является прямым или косвенным фактором в 80 % инцидентов или аварий [1].

В авиации необходима точная и ясная коммуникация, однако пилоты и авиадиспетчеры часто сталкиваются с трудностями в поддержании правильного обмена информацией. Во-первых, использование радиосвязи создает сложности для поддержания постоянного четкого контакта. Несмотря на заявления о том, что разницы между личной и голосовой коммуникацией при решении проблем и передаче информации нет [2], взаимодействие одного диспетчера с несколькими пилотами ограничивает время, которое каждый из диспетчеров может уделить каждому самолету. В результате возможна перегруженность частот и блокировка передач [3].

Во-вторых, для пилотов тяжело держать в памяти длинные сообщения от диспетчеров, что влечет за собой больше ошибок, а также увеличивает

число запросов на повторение сообщений [4]. Все эти факторы приводят к отсутствию подтверждений, неправильному или частичному восприятию информации, в частности позывных [3].

Цель данной статьи — исследование возможности использования алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) для улучшения коммуникации между пилотом и диспетчером. В рамках этой цели предполагается проанализировать типичные проблемы, возникающие в коммуникации, и рассмотреть методы применения ИИ для их обнаружения.

Гипотезой данного исследования служит предположение о том, что применение методов ИИ позволит улучшить эффективность коммуникации между пилотом и диспетчером, а это, в свою очередь, положительно скажется на безопасности полетов.

Возможные проблемы в коммуникации. Недостаточная четкость и разборчивость сообщений пилота или авиадиспетчера может привести к происшествиям во время полета. Такие факторы, как интонация, скорость передачи и даже расположение пауз, могут отрицательно сказываться на верном понимании сообщения [5]. Международная организация гражданской авиации подчеркивает важность краткости радиосообщений и четкости речи для наилучшей разборчивости. Перечислим здесь некоторые правила в коммуникации пилотов и диспетчеров:

- произносить каждое слово четко;
- поддерживать равномерный темп речи (обычно не более 100 слов в минуту);
- вводить короткие паузы перед и после передачи цифр;
- поддерживать постоянную громкость разговора;
- временно приостанавливать речь в случае необходимости отвернуть голову от микрофона [5].

Кроме того, отметим, что искаженное восприятие цифр рассматривается как одна из самых грубых ошибок в радиообмене гражданской авиации, что может привести к авиационным происшествиям [6].

Однако стоит признать, что человеческая речь не всегда бывает идеальной, и контроль ее качества представляет собой сложную задачу. При радиообмене в гражданской авиации происходят типичные инциденты, которые важно вовремя обнаружить: при возникновении такого инцидента стоит уведомить пилота или диспетчера о необходимости повторить сообщение [1]. Нужно, чтобы пилоты и диспетчеры могли предотвратить недоразумения, переспрашивая информацию в случае неясности сообщения для обеспечения эффективной коммуникации.

Типичные нарушения в радиообмене включают в себя опущение смысловых элементов фразы (например, предлоги или вспомогательные вопросы в английском языке), использование разговорных сокращений и намеренное опущение слов [6]. Такие нарушения могут привести к недопониманию и ошибкам в процессе коммуникации. Помимо этого радиообмен между пилотом и диспетчером иногда может выходить за рамки корпоративной коммуникации, что приводит к утрате нейтральности и спокойствия в речи. Одной из причин таких ошибок в речевом взаимодействии может быть изменение темпа речи и/или произношения [7].

Методы искусственного интеллекта. Внедрение методов ИИ в область авиационной коммуникации представляет собой перспективный подход к решению приведенных проблем. Технические решения, основанные на алгоритмах ИИ, могут эффективно выявлять и анализировать нарушения в радиообмене между пилотами и диспетчерами. Далее рассмотрены основные технические аспекты использования искусственного интеллекта в анализе коммуникации пилота и диспетчера, такие как анализ стандартных шаблонов, выявление изменений в интонации и темпе речи, обработка больших объемов данных.

Методы ИИ помогают анализировать радиообмен, выявляя стандартные шаблоны коммуникации. Эти шаблоны могут быть определены на основе языковых конструкций, типичных для авиационной диспетчерской связи. Обнаружение отклонений от этих шаблонов может указывать на возможные нарушения или недоразумения [8, 9].

С использованием алгоритмов машинного обучения и распознавания речи ИИ способен анализировать изменения в интонации и темпе речи. Это позволяет выявлять эмоциональные отклонения, а также необычные колебания в скорости передачи сообщений, что может свидетельствовать о стрессовых ситуациях или трудностях в коммуникации [10]. Архитектуры глубокого обучения, такие как рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Network, RNN) или долгосрочные краткосрочные сети памяти (Long Short-Term Memory, LSTM), могут эффективно моделировать последовательности речи и выявлять сложные зависимости в коммуникации между пилотами и диспетчерами.

Искусственный интеллект также обладает способностью обрабатывать огромные объемы аудиозаписей радиоэфиров. Это позволяет системам ИИ анализировать тысячи случаев коммуникации и выявлять новые, ранее неизвестные шаблоны нарушений. Эффективное использование больших данных становится ключевым фактором в повышении точности системы [11].

Комбинирование методов машинного обучения, анализа речи и глубокого обучения делает возможным создание более надежных систем мониторинга

га радиообмена в авиации. Эти технологии способны не только выявлять потенциальные проблемы, но и предоставлять ценные инсайты для улучшения коммуникации воздушного движения.

Сегодня активно развивается область обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP), предоставляя новые перспективы для применения ИИ в различных сферах, включая авиационную коммуникацию. В контексте авиационной безопасности и эффективности коммуникации, интеграция методов NLP приобретает особую важность, позволяя более глубоко анализировать текстовую информацию в радиообмене между пилотами и диспетчерами [12].

Семантический анализ текста. Современные алгоритмы NLP обладают способностью проводить более точный семантический анализ текстовых сообщений. Они выявляют ключевые слова, фразы и контекст, что значительно повышает точность определения смысловых оттенков коммуникации, а также выявляет неясности или несоответствия в выражении мыслей.

Распознавание эмоциональной окраски в тексте. Методы NLP успешно применяются для анализа текста с целью выявления эмоциональной окраски в высказываниях. В контексте авиационной коммуникации это особенно важно для предотвращения и выявления стрессовых ситуаций или эмоциональных отклонений в общении между пилотами и диспетчерами.

Обработка контекста. Методы NLP способны учитывать контекст предыдущих сообщений, что является важным фактором для правильного понимания текущей ситуации. Это дает возможность более глубокого анализировать последовательности сообщений и повышает общую эффективность системы мониторинга радиозвонка.

Еще одной технологией ИИ, позволяющей компьютерам «понимать» язык людей, является система распознавания речи (Automatic Speech Recognition, ASR). Этот метод машинного обучения направлен на автоматизированное распознавание и интерпретацию устной речи, предоставляя дополнительные инструменты для улучшения коммуникации между пилотами и диспетчерами.

Недавно Европейский союз выделил значительные средства на разработку систем распознавания речи (ASR) для облегчения коммуникации между пилотами и диспетчерами. Три таких последних проекта: MALLORCA, ATCO2 и HAWAII. Проект MALLORCA продемонстрировал, что инструменты ASR могут снизить нагрузку на диспетчеров и повысить эффективность коммуникации [12].

Проект ATCO2 (в настоящее время находится в стадии разработки) направлен на создание уникальной платформы для сбора, структурирования

и предварительной обработки аудиоданных, полученных из радиочастотного эфира, используемого пилотами. Учитывая текущие трудности, с которыми сталкиваются разработчики систем распознавания речи (ASR) в авиационной сфере, связанные с изменением акцента и терминологии авиадиспетчеров в различных аэропортах, внедрение проекта ATCO2 позволит создать надежную систему, способную улучшить точность распознавания произношения и адаптироваться к различным акцентам и интонациям. Это особенно важно в контексте многоязычных экипажей и выполнения международных полетов.

В исследовании [13] рассмотрен такой важный аспект коммуникации между пилотами и авиадиспетчерами, как использование позывных (уникальный набор букв, цифр или их комбинация) для определения воздушных судов и передачи команд. Точность распознавания позывных играет ключевую роль, поскольку они служат уникальными идентификаторами для воздушных судов. Исследование предлагает комбинацию методов ASR и NLP для повышения надежности передачи информации, что приводит к снижению инцидентов из-за недопонимания.

Таким образом, были рассмотрены различные методы искусственного интеллекта (ИИ) в контексте повышения эффективности коммуникации между пилотами и диспетчерами. Эти технологии играют большую роль в выявлении аномалий, семантическом анализе и распознавании эмоций, обеспечивая более эффективное и безопасное взаимодействие. Однако в контексте безопасности полета нельзя не затронуть тему возможности использования ИИ в реальном времени. Следует изучить возможность интеграции этих методов непосредственно в прямой радиоэфир, чтобы обеспечить мгновенную обработку и анализ коммуникации, повышая тем самым ее эффективность, поскольку реальное время играет ключевую роль в улучшении моментальности реакции на изменчивые сценарии полетов.

Системы ИИ в реальном времени позволили бы мгновенно реагировать на изменения в коммуникации, выявляя возможные проблемы еще до их эскалации. Например, алгоритмы ИИ могут анализировать изменения в интонации и темпе речи, помогая выявлять стрессовые ситуации (еще до того, как они могут повлиять на безопасность полета), моментально распознавая эмоциональные нюансы в голосе. Такие технологии предупреждают об обстановке, в которой коммуникация может стать менее эффективной из-за повышенного эмоционального напряжения.

Однако интеграция систем ИИ в авиационную среду требует особого внимания к аспектам вычислительной инфраструктуры. Для успешной интеграции вычислительных средств в самолеты необходимо уделить внимание следующим аспектам:

– *высокопроизводительное оборудование*: для применения ИИ требуются значительные вычислительные ресурсы. Интеграция высокопроизводительных процессоров и графических ускорителей в авионику позволит обеспечить достаточную вычислительную мощность для работы алгоритмов ИИ в реальном времени;

– *надежность и безопасность*: в контексте авиации, где надежность и безопасность на первом месте, необходимо обеспечить высший уровень стабильности работы систем ИИ. Это предусматривает разработку специальных механизмов безопасности и резервирования, позволяющих избежать возможных сбоев;

– *обучение на месте*: рассмотрение возможности обучения системы ИИ на месте, во время эксплуатации, чтобы адаптироваться к изменяющимся условиям и требованиям в реальном времени.

Заключение. По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что использование ИИ в сфере авиационной коммуникации представляет собой перспективное направление для повышения безопасности полетов. Исследования подтверждают, что проблемы в коммуникации между пилотами и диспетчерами играют важную роль во множестве инцидентов и аварий.

Рассмотренные алгоритмы машинного обучения (обработка естественного языка и распознавание речи) демонстрируют способность выявлять аномалии, анализировать семантику и даже распознавать эмоциональные состояния. Однако важно не только выявлять проблемы, но и реагировать на них в реальном времени. Системы ИИ в реальном времени предоставляют возможность оперативного реагирования на изменения в коммуникации, что является критическим аспектом в обеспечении мгновенной реакции на потенциальные проблемы безопасности. Однако, несмотря на значительные преимущества, вопрос о том, как интегрировать методы ИИ в реальном времени в прямой радиозэфир, остается открытым. Этот вопрос требует дальнейших исследований и разработок, необходимых для успешной интеграции технологий ИИ в существующую систему авиационной коммуникации.

Таким образом, внедрение искусственного интеллекта в авиационную коммуникацию предоставляет надежные инструменты для ее улучшения. Однако для полной реализации потенциала этих технологий необходимо продолжать исследования, сосредотачивая внимание на реальном времени и интеграции ИИ в существующую структуру авиационной связи.

Литература

- [1] Алексеева Т.Г., Аммятов И.Р. Межличностные отношения и безопасность в сфере гражданской авиации. *Проблемы современной науки и образования*, 2023, № 1 (179), с. 95–101.
- [2] Williams E. Experimental comparisons of face-to-face and mediated communication: A review. *Psychological bulletin*, 1977, vol. 84, no. 5, pp. 963–976. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.84.5.963>
- [3] Morrow D., Rodvold M. Analysis of problems in routine controller-pilot communication. *The International Journal of Aviation Psychology*, 1993, no. 4, pp. 285–302. https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0304_3
- [4] Morrow D., Rodvold M. *The influence of ATC message length and timing on pilot communication*. California, NASA, 1993, pp. 1–26.
- [5] *Flight Operations Briefing Notes. Human Performance. Effective Pilot. Controller Communications*. AIRBUS, 2004, 17 p.
- [6] Щетинина Н.А. Типичные ошибки пилотов при восприятии сообщений радиобмена гражданской авиации. *Молодой ученый*, 2012, № 2, с. 192–195.
- [7] Клесова Ю.В. Состояние вопроса по речевой коммуникации в авиационных системах связи. *Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения*, 2014, т. 14, № 5, с. 202–205.
- [8] Андриянов Н.А. Распознавание речевых сообщений радиобмена в авиации на базе корреляционного анализа. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 2021, т. 23, № 1 (99), с. 91–96. <https://doi.org/10.37313/1990-5378-2021-23-1-91-96>
- [9] Han L., Du X., Yan L. et al. An Effective Artificial Intelligence-Enabled Error Detection and Accuracy Estimation Technique for English Speech Recognition System. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1155/2022/8279856>
- [10] Mehrish A., Majumder N., Bhardwaj R. et al. A review of deep learning techniques for speech processing. *Information Fusion*, 2023, 111 p. URL: <https://arxiv.org/pdf/2305.00359.pdf> (accessed November 15, 2023).
- [11] Chen D., Manning C.D. A fast and accurate dependency parser using neural networks. *Proceedings of the 2014 conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP)*, Doha, Qatar, 2014, pp. 740–750.
- [12] Juan Z.G., Motlicek P., Qingran Zhan et al. Automatic speech recognition benchmark for air-traffic communications. *Proceedings of Interspeech*, 2020, pp. 2297–2301. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2020-2173>
- [13] Nigmatulina I., Zuluaga-Gomez J., Prasad A. et al. A two-step approach to leverage contextual data: speech recognition in air-traffic communications. *ICASSP 2022–2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and*

Signal Processing. IEEE, 2022, pp. 6282–6286. URL: <https://arxiv.org/pdf/2202.03725.pdf> (accessed November 15, 2023).

Поступила в редакцию 25.01.2024

Князева Анна Андреевна — студентка кафедры «Технологии искусственного интеллекта», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Князева А.А. Алгоритмы искусственного интеллекта в улучшении коммуникации пилота и диспетчера. *Политехнический молодежный журнал*, 2024, № 02 (91). URL: https://ptsj.ru/catalog/icec/inf_tech/971.html

ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS IN IMPROVING COMMUNICATION BETWEEN THE PILOT AND THE AIR TRAFFIC CONTROLLER

A.A. Knyazeva

knyazeva-anna00@bk.ru

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

Relevance of the article is based on the integral role of effective communication between the pilots and the air traffic controllers in ensuring flight safety. The article analyzes main problems arising in communication and considers the artificial intelligence algorithms for their identification and optimization. Algorithms under consideration include natural language processing (NLP) and automatic speech recognition (ASR). The conclusion stresses that real-time artificial intelligence systems could play a decisive role in prompt identification and response to changes in communication. However, the problems of integrating the real-time artificial intelligence technologies in the live radio communication require additional research.

Keywords: communication, aviation, air traffic controller, radio communication, artificial intelligence, machine learning, natural language processing, speech recognition

Received 25.01.2024

Knyazeva A.A. — Student, Department of Artificial Intelligence Technologies, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

Please cite this article in English as:

Knyazeva A.A. Artificial intelligence algorithms in improving communication between the pilot and the air traffic controller. *Politekhnicheskii molodezhnyy zhurnal*, 2024, no. 02 (91). (In Russ.). URL: https://ptsj.ru/catalog/icec/inf_tech/971.html