

# Интеллектуальный помощник для поддержки решения задач поиска и устранения неисправностей воздушного судна

Н.О. Дородных  
Институт динамики систем и  
теории управления имени В.М.  
Матросова Сибирского отделения  
РАН  
Иркутск, Россия  
tualatin32@mail.ru

О.А. Николайчук  
Институт динамики систем и  
теории управления имени В.М.  
Матросова Сибирского отделения  
РАН  
Иркутск, Россия  
nikolya@icc.ru

А.Б. Столбов  
Институт динамики систем и  
теории управления имени В.М.  
Матросова Сибирского отделения  
РАН  
Иркутск, Россия  
stolboff@icc.ru

А.Ю. Юрин  
Институт динамики систем и  
теории управления имени В.М.  
Матросова Сибирского отделения  
РАН, Московский Государственный  
Технический Университет  
Гражданской Авиации, Иркутский  
Филиал  
Иркутск, Россия  
iskander@icc.ru

**Аннотация**—Одним из направлений развития информационных технологий и искусственного интеллекта являются интеллектуальные помощники в форме чат-ботов или голосовых ассистентов, которые активно начинают внедряться в различных областях. В данной работе рассмотрен процесс моделирования и программной реализации чат-бота для поддержки технического персонала при диагностировании неисправностей воздушного судна. Приведены модели диалога и элементы реализации базы знаний.

**Ключевые слова**—интеллектуальный помощник, база знаний, таблица решений, диагностика, воздушное судно, система электроснабжения

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на успехи в области ИИ, проблема разработки прикладного программного обеспечения систем ИИ в различных областях, в том числе, авиационной диагностики, не теряет свою актуальность. В данной области существуют определенные решения, основанные как на аппарате нейронных сетей [1], так и методах классической кибернетики «черного ящика» [2]. При этом достаточно перспективным является создание систем ИИ реализующих технологии чат-ботов или виртуальных ассистентов [3].

В данной работе рассматривается одно из подобных решений в форме интеллектуального помощника для решения задачи поддержки технического персонала в процессе диагностирования системы электроснабжения Сухой Суперджет. При создании помощника произведено моделирование предметной области, построены онтологии предметной и проблемной областей, которые в дальнейшем рассматриваются как содержательные онтологические шаблоны. В качестве платформы разработки использован Aimylogic [4].

## 2. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

### А. Программные системы авиационной диагностики

Существующие программные решения задачи поиска

и устранения неисправностей воздушных судов можно разделить на две основные группы:

- Информационные системы типа электронных технических руководств, представляющие собой оцифрованную документацию, дополненную возможностью поиска по ключевым словам. Наиболее известной системой подобного типа является AirNav Maintenance [5].
- Интеллектуальные системы поддержки принятия решений, предполагающие использование неких моделей и методов искусственного интеллекта. Примером таких работ является [6].

Перспективным, с нашей точки зрения, является второе направление. Так как решения первого типа практически исчерпали потенциал для своего совершенствования, достигнув своей максимальной эффективности, которая, тем не менее, является недостаточной с точки зрения технического персонала и решаемых им задач. При этом реализация принципов второго направления в форме чат-ботов или голосовых интеллектуальных помощников могло бы повысить доступность и удобство применения программных решений.

### Б. Методы и средства создания интеллектуальных помощников

В рамках данной работы под интеллектуальным помощником понимается контекстно-ориентированный набор сервисов, реагирующий на команды естественного языка с использованием аппарата баз знаний. При этом в работах [3, 7] произведена классификация, определены основные компоненты и способы их реализации. Наиболее популярными платформами создания интеллектуальных помощников являются: Яндекс.Диалоги, DeepPavlov, Just AI Aimylogic, Oracle Digital Assistant, The React Framework to Build Conversational Apps, Dialogflow. На основе проведенного авторами краткого обзора можно сделать вывод, что существующий инструментарий является достаточно

трудоемким (предъявляются высокие квалификационные требования к пользователю) при создании сложных интеллектуальных помощников; существует достаточно малое количество проблемно-ориентированных помощников, в том числе для решения задач диагностики; одним из перспективных направлений создания интеллектуальных помощников является использование принципов модельно-ориентированной разработки [7], в том числе, модельных трансформаций.

### 3. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОМОЩНИК

Основой разработки интеллектуального помощника для решения задач авиационной диагностики стали онтологические модели, которые были построены в процессе концептуализации.

#### А. Модели

Модель проблемно-ориентированного интеллектуального помощника для решения задач поддержки принятия решений при техническом диагностировании воздушных судов создана на основе типовой модели интеллектуального помощника путем дополнения следующим проблемно-ориентированными моделями: объекта диагностирования; производственной базы знаний, описывающей причинно-следственные зависимости, необходимой для принятия решений по диагностированию и устранению неисправностей; проблемно-ориентированного диалога для решения задачи диагностирования. Созданные модели являются онтологическими шаблонами, которые необходимо наполнить содержанием, т.е. понятиями конкретной предметной области. В рамках проекта предметной областью является поддержка принятия решений при устранении неисправностей системы электроснабжения воздушного судна, поэтому при заполнении моделей использовалась техническая документация, в частности руководство по устранению неисправностей (РУН 24), содержащая информацию о возможных системах и подсистемах, неисправностях, работах (операциях) по их устранению.

На основе данных моделей в дальнейшем была сформирована база знаний интеллектуального помощника и уточнена модель проблемно-ориентированного диалога в форме конечного автомата (ориентированного циклического графа переходов состояний).

#### Б. Представление знаний

Таблицы решений относятся к наиболее известным способам представления предметных знаний, выбор которого обусловлен простотой и популярностью данного метода у специалистов предметников [8], а также возможностью использования распространенных редакторов таблиц (например, Microsoft Excel) для их формирования с сохранением в виде файлов CSV (Comma-Separated Values). В данной работе акцент сделан на применение специализированной формы таблиц решений из [9], что позволило сформировать базу знаний объемом 836 правил.

#### В. Программная реализация

В качестве инструмента для реализации интеллектуального помощника была использована среда

Aimylogic [4], достоинством которой является использование принципов визуального программирования диалогов. При этом данные из онтологических моделей использовались для формирования возможных вопросов чат-бота и вариантов ответов пользователя, частности, проявлений неисправности. В качестве способов хранения решений таблиц было рассмотрено два варианта: использование GoogleSheets; использование файлов CSV на собственном сервере. При этом второй способ обеспечил возможность более разнообразной обработки запросов и результатов логического вывода.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из способов снижения нагрузки на технический персонал при проведении диагностики является использование новых информационных технологий и методов ИИ, обеспечивающих консультативную поддержку. В данной работе приведено описание такого применения в форме интеллектуального помощника (чат-бота) для диагностирования системы электроснабжения Сухой Суперджет.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-21-00099, <https://rscf.ru/project/22-21-00099/>.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Легконогих, Д.С. Применение нейросетевых технологий в системах диагностики авиационных силовых установок / Д.С. Легконогих // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т.4, №2. – С. 639-643.
- [2] Kotlov, Yu.V. Towards designing knowledge bases for aircraft malfunctions diagnostics based on model transformations / Yu.V. Kotlov, V.M. Popov, A.Yu. Yurin // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 2060. – P. 012016. DOI: 10.1088/1742-6596/2060/1/012016
- [3] De Barcelos Silva, A. Intelligent personal assistants: A systematic literature review / A. De Barcelos Silva, M. Miguel Gomes, C.A. Da Costa, R. Da Rosa Righi, J.L.V. Barbosa, G. Pessin, G. De Doncker, G. Federizzi // Expert Systems with Applications. – 2020. – Vol. 147. – P. 113193.
- [4] Visual builder for AI-powered bots. Aimylogic [Electronic resource]. — Access mode: <https://aimylogic.com/> (10.12.2022).
- [5] AirNav-Maintenance [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.airnav.com/maintenance/index.html> (10.12.2022).
- [6] Перфильев, О.В. Интеллектуальная система поиска неисправности на самолете / О.В. Перфильев, С.Г. Рыжаков, В.А. Должиков // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – Т.4, №3. – С. 326-331.
- [7] Pérez-Soler, S. Model-Driven Chatbot Development / S. Pérez-Soler, E. Guerra, J. De Lara // Lecture Notes in Computer Science. – 2020. – Vol. 12400. – P. 207–222.
- [8] Еремеев, А.П. Инструментальный программный комплекс СИМПП-2015 и его применение при обучении студентов по направлению «Прикладная математика и информатика» / А.П. Еремеев, Н.В. Чибизова // В сборнике: Информатизация инженерного образования. Труды Международной научно-практической конференции – ИНФОРИНО-2016. – 2016. – С. 125-130.
- [9] Юрин, А.Ю. Применение трансформаций таблиц решений при создании интеллектуального программного модуля «Детектор» для веб-приложений / А.Ю. Юрин // Программные продукты и системы. – 2020. – Т.4. – С. 573-581.