

Применение онтологического подхода к процессу разработки и внедрения систем Electronic Flight Bag

Мельничук А.В. *

Московский авиационный институт, Москва, Россия,
e-mail: alexander.melnichyuk@gmail.com

Судаков В.А. **

Московский авиационный институт, Москва, Россия,
ИПМ им. М.В.Келдыша РАН, Москва, Россия,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1658-1941>,
e-mail: sudakov@ws-dss.com

В работе рассмотрено применение онтологического подхода к процессу разработки и внедрения информационных систем Electronic Flight Bag (EFB), предназначенных для использования пилотами воздушных судов. Разработана онтология предметной области систем EFB с описанием концептуальной модели программного приложения EFB для расчета взлетно-посадочных характеристик воздушных судов. Выполнена формализация онтологии с применением программного обеспечения Protégé.

Ключевые слова: онтология, взлетно-посадочные характеристики, Protégé, Electronic Flight Bag, EFB.

Для цитаты:

Мельничук А.В., Судаков В.А. Применение онтологического подхода к процессу разработки и внедрения систем Electronic Flight Bag // Моделирование и анализ данных. 2020. Том 10. № 1. С. 157–165. DOI: 10.17759/mda.2020100110

***Мельничук Александр Владимирович**, аспирант, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия, e-mail: alexander.melnichyuk@gmail.com

****Судаков Владимир Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук (ИПМ им. М.В.Келдыша РАН), Москва, Россия, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1658-1941>, e-mail: sudakov@ws-dss.com



1. ВВЕДЕНИЕ

Разработка специализированных информационных систем для авиационной отрасли является технически сложной, наукоемкой задачей, требующей привлечения высококвалифицированных разработчиков и значительных финансовых ресурсов.

К числу таких систем относится система Electronic Flight Bag (далее – EFB), получившей мощный толчок развития с широким распространением планшетных компьютеров с 2010 года, представляющая собой высокотехнологичный аппаратно-программный комплекс, и предназначенная, прежде всего, для повышения ситуационной осведомленности и поддержки принятия решений членов летных экипажей, как в процессе подготовки к запланированному полету, так и непосредственно при его выполнении.

Вышеуказанная система состоит из множества компонентов, включающих в себя аппаратную платформу, операционную систему и программные приложения, ориентированные на решение определенных задач, т.е. реализующие определенные специализированные функции системы EFB, а также ряда других составляющих, определяющих в итоге конкретную концепцию конкретной системы EFB в конкретной авиакомпании. При этом, разработкой и поставкой разных компонентов одной и той же системы EFB – как аппаратных, так и программных, могут заниматься разные организации.

Несмотря на то, что практически все отечественные авиакомпании внедрили те или иные реализации системы EFB в своей производственной деятельности, компоненты указанных систем в подавляющем большинстве случаев разработаны иностранными компаниями и обладают множеством недостатков, в числе которых: определенные финансовые риски в условиях нестабильного курса национальной валюты (поскольку цены на иностранное оборудование и ПО привязаны к доллару и евро), неполное соответствие функционала ПО особенностям российской нормативно-правовой базы, отсутствие поддержки российских воздушных судов [1, 6].

Разработка отечественных компонентов системы EFB усложняется тем, что в настоящее время отсутствует в достаточной мере систематизированное и проработанное описание предметной области EFB, отсутствует единая терминологическая база. В настоящей работе для решения указанной проблемы предлагается создание онтологии, способной послужить фундаментом унифицированного подхода к разработке отечественных систем EFB, позволяя быстрее и с меньшими затратами ресурсов осуществлять их разработку и внедрение.

Таким образом, в условиях ограниченного финансирования и кризисных явлений в национальной и мировой экономике, особую актуальность приобретает проблема научно-технического сопровождения разработки отечественных систем EFB.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Онтология – это формальное явное описание терминов предметной области и отношений между ними [2], смысловая модель предметной области [3].

Формально модель онтологии может быть представлена в виде следующего кортежа:

$$S_{EFB} = \langle X, A, R \rangle,$$

где $X = \{x_i | i = 1, \dots, N\}$ – конечное множество терминов предметной области, представляющих собой понятия, объекты, классы, образующие онтологию S_{EFB} (N – количество понятий онтологии S_{EFB});

$A = \{a_j | j = 1, \dots, M\}$ – конечное множество атрибутов понятий (M – количество атрибутов, описывающих понятия из X);

$R = \{r_k | k = 1, \dots, L\}$ – конечное множество отношений между понятиями (L – количество отношений между понятиями x_i онтологии S_{EFB}).

Онтология должна обеспечить стандартизацию терминологии и унифицированную информационную основу для всех участников, вовлеченных в процессы разработки и внедрения систем EFB.

В рамках работы поставлена задача разработки общей онтологии предметной области систем EFB с описанием концептуальной модели программного приложения EFB для расчета взлетно-посадочных характеристик воздушных судов.

3. ОПИСАНИЕ ОНТОЛОГИИ

В качестве базовых классов онтологии предметной области EFB введем следующие понятия:

- класс EFB, определяющий аппаратную реализацию EFB;
- программное обеспечение EFB, определяющее функции, реализуемые системой EFB;
- источники исходных данных – источники данных и информации, используемой для реализации функций EFB.

Согласно документу ICAO Doc 10020 [4], оборудование EFB делится на два класса: портативное и установленное (т.е. являющееся частью конфигурации ВС). При этом, аппаратным обеспечением EFB портативного класса является электронное устройство, представляющее собой планшетный компьютер.

Информация и исходные данные, используемые в EFB, должны поступать только из официальных источников. Для понятия «Источники исходных данных» введены классы, определяющие организации, работников и бортовые системы, являющиеся официальными поставщиками и источниками информации и данных, используемых летными экипажами в EFB при подготовке к полету и при его выполнении:

- «уполномоченный лицензированный аэродромный метеорологический орган»;
- «международный банк метеоданных»;
- «Филиал ЦАИ ФГУП Госкорпорация по ОрВД», включающий подкласс «База аэронавигационных данных АРНАД»;
- «лицензированный полетный диспетчер», включающий дочерний объект «рабочий план полета»;
- «наземная служба аэродрома», включающий дочерний объект «сводно-загрузочная ведомость»;
- «бортовой компьютер ВС»;



- «производитель ВС», включающий дочерний объект «Руководство по летной эксплуатации воздушного судна»;
- «авиакомпания», включающий дочерние объекты «утвержденный Росавиацией MEL» и «политики авиакомпании».

В качестве классов понятия «Программное обеспечение EFB» выступают следующие функции EFB, реализуемые конкретным программным приложением:

- электронная судовая документация;
- электронный рабочий план полета (ORF);
- электронные аэронавигационные карты и схемы;
- расчет взлетно-посадочных характеристик воздушного судна;
- расчет центровки воздушного судна.

Для описания концептуальной модели программного приложения EFB, реализующего функции расчета взлетно-посадочных характеристик воздушных судов, были введены следующие сущности:

- база данных;
- взлетные характеристики;
- посадочные характеристики;
- фактические эксплуатационные условия;
- экспертная система.

Введем следующие классы и атрибуты сущности «база данных»:

1. Атрибуты класса «MEL»:
 - a. Номер пункта MEL.
 - b. Описание пункта MEL.
2. Класс «аэронавигационная информация» включает в себя:
 - a. атрибуты «ИКАО-код аэродрома», «ИАТА-код аэродрома», «наименование аэродрома», «превышение аэродрома», а также
 - b. подкласс «Идентификатор ВПП», включающий в себя, в свою очередь, атрибуты конкретной ВПП – заявленные дистанции, курс и уклон.
3. Атрибуты класса «воздушное судно»:
 - a. Бортовой номер ВС.
 - b. Тип ВС.
 - c. Положения закрылков.
 - d. Режимы работы двигателя.
 - e. Режимы торможения.

Введем атрибуты для описания сущности «взлетные характеристики»:

- скорость принятия решения;
- скорость подъема передней опоры шасси;
- безопасная скорость взлета;
- максимально допустимая взлетная масса.

Введем атрибуты для описания сущности «посадочные характеристики»:

- скорость захода на посадку;
- максимально допустимая посадочная масса.

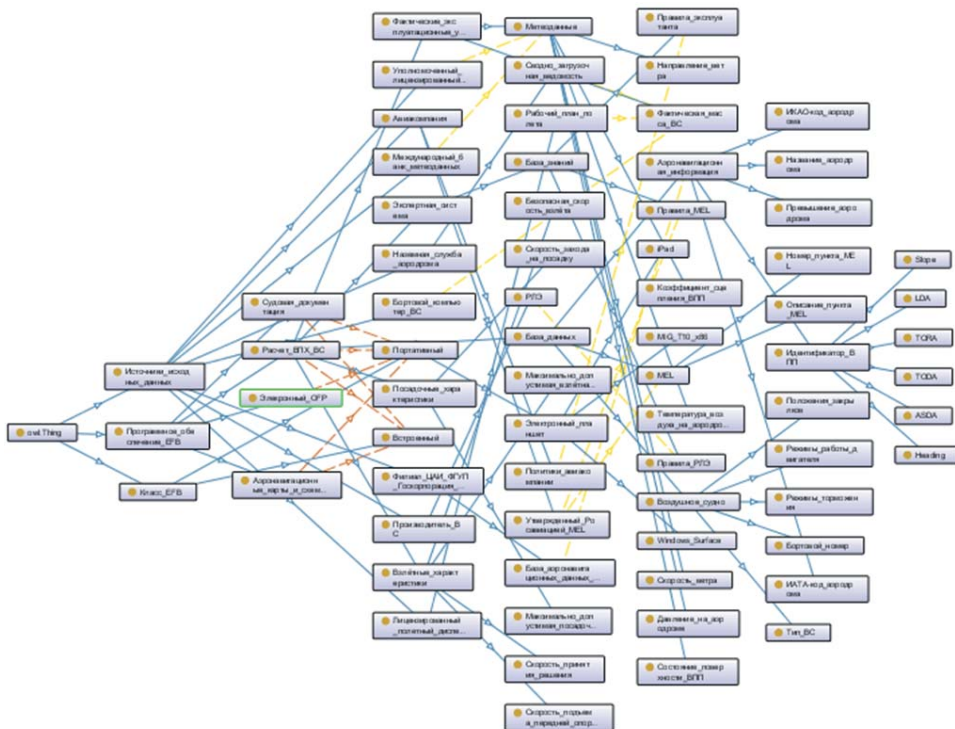


Рис. 3. Граф онтологического представления предметной области EFB

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение онтологического подхода позволило описать предметную область систем EFB, а разработанная онтология была успешно использована в разработке программного приложения EFB для расчета взлетно-посадочных характеристик воздушных судов, рассмотренного в [7–9].

Рассмотренная онтология в дальнейшем будет расширена за счет включения дополнительных классов и сущностей, выявления и установления дополнительных зависимостей между ними, что в конечном итоге позволит сформировать фундамент комплексного унифицированного подхода к разработке отечественных систем EFB, позволяя быстрее и с меньшими затратами ресурсов осуществлять как их разработку, так и внедрение.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ проект № 18–00–00012 (18–00–00011) КОМФИ.



Литература

1. Мельничук А.В., Судаков В.А. Предпосылки создания системы автоматизированного расчёта взлетно-посадочных характеристик воздушного судна // Гагаринские чтения – 2016: XLII Международная молодёжная научная конференция: Сборник тезисов докладов: В 4 т. М.: Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), 2016. – С.428–429.
2. Gruber T. A translation approach to portable ontology specification // Knowledge Acquisition. – 1993. – Vol. 5. – P.199–220.
3. Смирнов С.В. Онтологии как смысловые модели // Онтология проектирования. – 2013. – № 2(8). – С.12–19.
4. ICAODoc 10020 «Руководство по электронным полетным планшетам (EFB)» – 2016 // [электронный ресурс] – Режим доступа – URL:<http://dspk.cs.gkovd.ru/library/viewitem.php?id=1082> (дата обращения 20.09.19).
5. Официальный сайт сообщества Protégé // [электронный ресурс] – Режим доступа – URL: <https://protege.stanford.edu/> (дата обращения 20.03.20).
6. Мельничук А.В., Марценюк Е.А. Предпосылки создания ЭС для определения требуемых характеристик процесса взлета/посадки ВС в зависимости от погодных условий и конкретных параметров взлетно-посадочной полосы // 16-я Международная конференция «Авиация и космонавтика – 2017»: Сборник тезисов докладов, Москва: Типография «Люксор», 2017. – С.174–175.
7. Мельничук А.В., Нестеров В.А., Судаков В.А., Сыпало К.И. Разработка экспертной системы электронного планшета летчика (EFB) для определения рациональных характеристик процессов взлета и посадки воздушных судов // 11-я международной конференции «Управление развитием крупномасштабных систем» (MLSD'2018): Труды конференции, в 3 т. – Москва: ИПУ РАН, 2018. – Т.2. – С.310–316.
8. Мельничук А.В., Нестеров В.А., Судаков В.А., Сыпало К.И. Разработка приложения для определения рациональных характеристик процессов взлета и посадки воздушных судов с применением экспертной системы // Ежеквартальный научный журнал «Электронные информационные системы». – Москва: АО «НТЦ ЭЛИНС», 2019. № 1 (20). С.63–72.
9. Мельничук А.В., Нестеров В.А., Судаков В.А., Сыпало К.И. Разработка программного приложения планшетного компьютера для определения параметров взлета и посадки воздушных судов // Труды XIII Всероссийского совещания по проблемам управления. С.940–945.



Application of an Ontological Approach to Process of Development and Implementation of Electronic Flight Bag Systems

Melnichyuk A.V.*

Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia,
e-mail: alexander.melnichyuk@gmail.com

Sudakov V.A.**

Moscow Aviation Institute, Moscow, Russia,
Keldysh Institute of Applied Mathematics, Moscow, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1658-1941>,
e-mail: sudakov@ws-dss.com

The paper considers application of an ontological approach to development and implementation of Electronic Flight Bag information systems (EFB). An ontology of EFB systems' subject area with description of a conceptual model of EFB software application for take-off and landing characteristics calculations of aircraft has been developed. The ontology was formalized using Protégé software.

Keywords: ontology, take-off and landing characteristics, Protégé, Electronic Flight Bag, EFB.

References

1. Melnichyuk A.V., Sudakov V.A. Predposylki sozdaniya sistemy avtomatizirovannogo raschjota vzletno-posadochnyh harakteristik vozdušnogo sudna // Gagarinskie chteniya – 2016: XLII Mezhdunarodnaja molodjozhnaja nauchnaja konferencija: Sbornik tezisov dokladov: V 4 t. M.: Moskovskij aviacionnyj institut (Nacional'nyj issledovatel'skij universitet), 2016. – pp. 428–429.
2. Gruber T. A translation approach to portable ontology specification. Knowledge Acquisition. – 1993. – Vol. 5. – P. 199–220.
3. Smirnov S.V. Ontologii kak smyslovyje modeli. // Ontologija proektirovanija. – 2013. – № 2(8). – pp.12–19.

For citation:

Melnichyuk A.V., Sudakov V.A. Application of an Ontological Approach to Process of Development and Implementation of Electronic Flight Bag Systems. *Modelirovanie i analiz dannyxh = Modelling and Data Analysis*, 2020. Vol. 10, no. 1, pp. 157–165. DOI: 10.17759/mda.2020100110 (In Russ., abstr. In Engl.)

***Melnichyuk Alexander Vladimirovich**, graduate student, Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia, e-mail: alexander.melnichyuk@gmail.com

****Sudakov Vladimir Anatolievich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow Aviation Institute (National Research University), Leading Researcher, Keldysh Institute of Applied Mathematics (Russian Academy of Sciences), Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1658-1941>, e-mail: sudakov@ws-dss.com



4. ICAO Doc 10020 «Rukovodstvo po jelektronnym poletnym planshetam (EFB)» – 2016. [jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa – URL: <http://dspk.cs.gkovd.ru/library/viewitem.php?id=1082> (data obrashhenija 20.09.19).
5. Oficialnyj sait soobshchestva Protégé [jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa – URL: <https://protege.stanford.edu/> (data obrashhenija 20.03.20).
6. Melnichyuk A.V., Marcenjuk E.A. Predposylki sozdaniya JeS dlja opredelenija trebuemyh harakteristik processa vzleta / posadki VS v zavisimosti ot pogodnyh uslovij I konkretnyh parametrov vzletno-posadochnoj polosy. 16-ja Mezhdunarodnaja konferencija «Aviacija I kosmonavtika – 2017»: Sbornik tezisov dokladov, Moskva: Tipografija «Ljuksor», 2017. – pp.174–175.
7. Melnichyuk A.V., Nesterov V.A., Sudakov V.A., Sypalo K.I. Razrabotka jekspertnoj sistemy jelektronnogo plansheta letchika (EFB) dlja opredelenija racional'nyh harakteristik processov vzleta I posadki vozdushnyh sudov. 11-ja mezhdunarodnoj konferencii «Upravlenie razvitiem krupnomasshtabnyh sistem» (MLSD'2018): Trudy konferencii, v 3 t. – Moskva: IPU RAN, 2018. – T.2. – pp.310–316.
8. Melnichyuk A.V., Nesterov V.A., Sudakov V.A., Sypalo K.I. Razrabotka prilozhenija dlja opredelenija racional'nyh harakteristik processov vzleta I posadki vozdushnyh sudov s primeneniem jekspertnoj sistemy. Ezhekvtartal'nyj nauchnyj zhurnal «Jelektronnye informacionnye sistemy». – Moskva: AO «NTC JeLINS», 2019. № 1 (20). pp.63–72.
9. Melnichyuk A.V., Nesterov V.A., Sudakov V.A., Sypalo K.I. Razrabotka programmogo prilozhenija planshetnogo komp'jutera dlja opredelenija parametrov vzleta i posadki vozdushnyh sudov. Trudy XIII Vserossijskogo soveshhanija po problemam upravlenija. pp.940–945.