

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОННОГО ПОЛЕТНОГО ПЛАНШЕТА⁸⁷

Мельничук А.В., Нестеров В.А., Судаков В.А., Сыпало К.И.

Московский Авиационный Институт (Национальный Исследовательский Университет),
Россия, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4

Национальный исследовательский центр “Институт имени Н.Е. Жуковского”,
Россия, г. Москва, ул. Викторенко, 7

alexander.melnichyuk@gmail.com, sudakov@ws-dss.com

Аннотация: Предложено использование принципов экспертной системы для выполнения автоматизированного расчета параметров взлета и посадки воздушных судов отечественного производства на базе программного приложения для электронного полетного планшета. Разработан прототип программного обеспечения на примере воздушного судна Ту-204.

Ключевые слова: программное приложение, экспертная система, взлетно-посадочные характеристики, электронный полетный планшет, electronic flight bag.

Введение

Несмотря на то, что взлет и посадка составляют меньшую часть полета, указанные этапы являются наиболее сложными и имеют критическое значение с точки зрения безопасности полетов. При этом, для обеспечения безопасного выполнения взлета и посадки имеет расчет взлетно-посадочных характеристик (ВПХ). Основным назначением расчета ВПХ является определение максимальной взлетной и посадочной массы ВС и характерных взлетных и посадочных скоростей.

В настоящее время для этого на отечественных ВС используются номограммы и/или таблицы зависимостей взлетно-посадочных характеристик, приведенные в Руководстве летной эксплуатации (РЛЭ) ВС. Выполнение расчета с их помощью вручную – это длительный процесс, требующий повышенного внимания, а использование некорректных результатов расчета может привести к авиационному инциденту или авиакатастрофе.

Для решения проблемы выполнения расчета ВПХ на ВС иностранного производства широкое распространение получили специализированные программные приложения, работающие на платформе электронного планшета летчика (Electronic Flight Bag - EFB). Указанные программные приложения существуют для большинства типов зарубежных ВС, а необходимость разработки подобной системы для отечественных ВС была рассмотрена в [1] и [2].

Актуальной научно-технической задачей является разработка общих принципов создания подобного рода системы, применимой для широкого спектра российских военных и гражданских воздушных судов. Для упрощения наполнения программного обеспечения правилами выполнения расчетов, в системе определения параметров взлета и посадки ВС предлагается применить принципы экспертной системы.

1 Постановка задачи

Разрабатываемая система расчета ВПХ должна соответствовать международным требованиям, представленным в инструктивном материале ИКАО [3].

В разрабатываемой системе предполагается использование блоков показанных на рисунке 1.

Разделение системы на блоки необходимо для обеспечения ее адаптивности и расширяемости, позволяя учитывать специфику различных типов воздушных судов.

Наполнение расчетного модуля будет производиться либо предварительно рассчитанными специфическими для конкретного типа ВС таблицами анализа зависимостей ВПХ, либо электронными данными (оцифрованными номограммами) из руководства по летной эксплуатации.

⁸⁷ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00012 (18-00-00011) КОМФИ



Рис. 1. Архитектура процесса расчета ВПХ

Для управления правилами в экспертной системе предлагается создание специального языка описания знаний с использованием концепции предметно-ориентированного языка программирования (DSL). Данный подход позволит создать ясный и точный язык для работы с предметной областью, обеспечить необходимую гибкость при создании правил и управлении ими.

2 Выбор аппаратной платформы EFB

Наиболее перспективными являются EFB переносного типа на аппаратной платформе планшетных компьютеров, поскольку они обладают невысокой стоимостью, а технология их использования не ограничена применением только в кабине ВС.

В настоящее время активно развивается отечественная нормативная база, регламентирующая одобрение и применение планшетных компьютеров в авиации в качестве EFB, при этом стремительно растет разнообразие моделей планшетных компьютеров, разрешенных к использованию в качестве EFB. Эксплуатанты ВС уже сейчас на этапе внедрения EFB сталкиваются с непростой задачей выбора наиболее рациональной модели устройства для их конкретного случая (задача выбора рациональной модели планшетного компьютера и ее решение подробно рассматривались в [4] и [5]).

С учетом существующего многообразия электронных планшетов, и, прежде всего, для обеспечения работы программного обеспечения на отечественной элементной базе для минимизации зависимости от зарубежных производителей и снижения санкционных рисков, конечной целью является создание универсальной системы расчета ВПХ, т.е. без привязки к одной определенной аппаратной платформе. Достижение указанной цели возможно как за счет адаптации программно-алгоритмического прототипа разрабатываемой системы под существующие платформы, что является простой технической задачей, так и за счет разработки с использованием универсальных систем программирования, транслирующих код для соответствующих виртуальных машин, обеспечивающим возможность использования системы на всем многообразии существующих устройств, без необходимости индивидуальной доработки под каждое из них. К таким универсальным решениям сейчас относятся системы программирования React Native и Flutter. Указанные системы являются свободными и распространяются с открытыми исходными текстами, что снижает риски прекращения поддержки, позволяет самостоятельно дорабатывать системные библиотеки и минимизирует вероятность наличия вредоносного кода.

3 Реализация программного приложения на примере ВС Ту-204

Поскольку на первом этапе реализации программного приложения стоит задача создания программно-алгоритмического прототипа, выбор начальной платформы не имеет критического значения. Поэтому, в целях обеспечения возможности быстрой адаптации прототипа к другим платформам за счет простоты синтаксиса, его разработка ведется в среде программирования Xcode на языке Swift. Интерфейс разрабатываемого ПО представлен на рис. 2.

Разрабатываемая программная реализация системы расчета взлетно-посадочных характеристик для EFB размещена в открытом доступе веб-сервиса Github и доступна по ссылке:

<https://github.com/MelnichukAlexander/>

Алгоритм расчета ВПХ в модуле расчета определяется порядком и номограммами зависимостей ВПХ в РЛЭ рассматриваемого типа ВС, что было подробно рассмотрено в [6]. Для автоматизации

расчета, построены математические модели на основании указанных номограмм. Например, в соответствии с построенной математической моделью, взлетная масса, ограниченная нормируемым градиентом набора высоты, представляет собой следующую функцию (1):

$$(1) \quad m_{\text{взл}} = f(T, H_{\text{аэр}}),$$

где T – температура воздуха на аэродроме, $H_{\text{аэр}}$ – высота аэродрома.

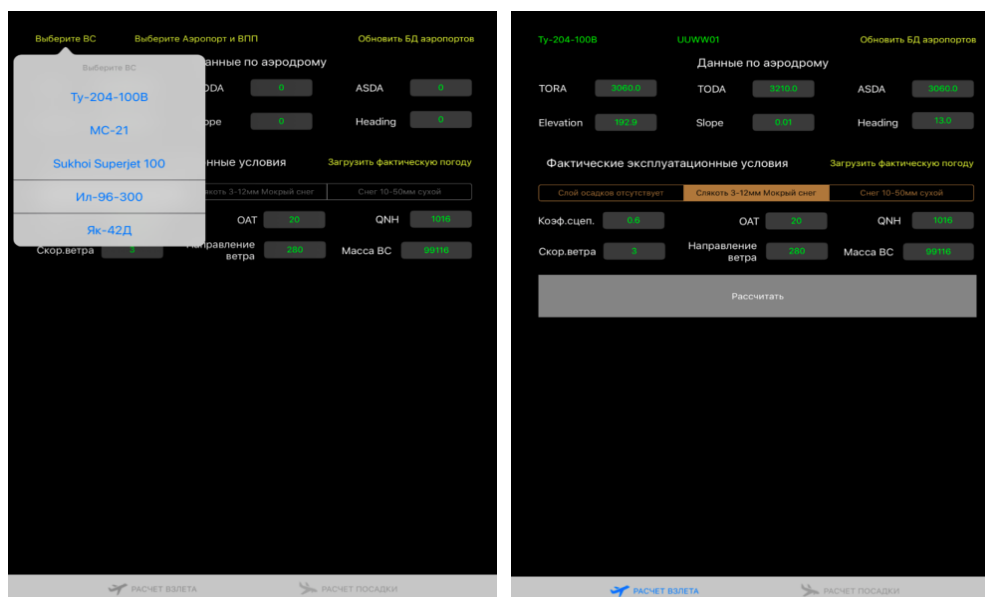


Рис. 2. Интерфейс прототипа программного приложения

В зависимости от значений, которые принимают параметры T и $H_{\text{аэр}}$, взлетная масса $m_{\text{взл}}$, ограниченная набором высоты, может быть определена 12 разными способами.

Например, при $15 \leq T \leq 20$ и $1800 \leq H_{\text{аэр}} \leq 2000$, $m_{\text{взл}}$ определяется в соответствии с (2):

$$(2) \quad m_{\text{взл}} = (4 - 0,2T)[(118061 - 8,48485H_{\text{аэр}}) - (119430 - 10,596H_{\text{аэр}})] + (119430 - 10,596H_{\text{аэр}})$$

Для наполнения базы данных по аэропортам, ВПП и препятствиям используется информация из АИР (сборников аэронавигационной информации) государства. Данный сборник считается государственным документом и в каждой стране издается циклами назначенным государственным органом.

Заключение

Применение принципов экспертной системы, основанной на правилах, позволит обеспечить гибкость при определении ВПХ, а разработанная архитектура процесса расчета ВПХ обеспечит инвариантность по отношению к типам воздушных судов в едином программном приложении, что исключит необходимость осваивать разное ПО при переучивании пилота на другой тип ВС или наличии допусков на разные типы ВС.

Разрабатываемая система определения параметров взлета и посадки позволит крупномасштабным предприятиям повысить безопасность и эффективность эксплуатации парка отечественных воздушных судов, а авиастроительным предприятиям России – повысить конкурентоспособность авиационной техники за счет предоставления рассмотренной в настоящей работе системы в качестве сопутствующего программного инструмента.

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. 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.
3. 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 13.06.19).

4. Мельничук А.В., Марценюк Е.А. Предпосылки создания ЭС для выбора электронного планшета электронной информационной системы EFB для летного экипажа воздушного судна // Международная молодежная научная конференция «XXXIII Туполевские чтения (школа молодых ученых)»: Материалы конференции. Сборник докладов, в 4 т. – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2017. – Т.2. – С.781-784.
5. Сыпало К.И., Нестеров В.А., Дутов А. В., Судаков В. А. Нечеткие области предпочтений и их применение в задаче выбора электронного планшета летчика // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2018. №2. С.60-68.
6. 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». – М.: АО «НТЦ ЭЛИНС», 2019. №1 (20). С.63-72.