

УДК 629.7.01

DOI: 10.15827/2311-6749.19.176

ВОПРОС КОМПОНОВКИ ПАССАЖИРСКОГО САЛОНА В РАМКАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФЮЗЕЛЯЖА ВОЗДУШНОГО СУДНА

(Работа выполнена в рамках договора № 14.Z56.15.5527-МК от 16.02.2015 г., грант Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых на выполнение научного исследования по теме «Автоматизация проектирования дополнительных аэродинамических поверхностей крыла как элемента жизненного цикла воздушного судна»)

И.С. Быкова, аспирант, преподаватель, is.bykova04@gmail.com;

А.Д. Припадчев, д.т.н., доцент, зав. кафедрой;

*А.А. Горбунов, к.т.н., старший преподаватель
(ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет»,
пр-т Победы, 13, г. Оренбург, 460018, Россия)*

Аннотация. В представленной статье сформулирован и обоснован метод автоматизированного проектирования фюзеляжа магистрального воздушного судна с использованием разработанного программного средства. Метод основан на разработанном алгоритме с применением объектно-ориентированного программирования для написания программного средства, позволяющего определять характеристики фюзеляжа воздушного судна на этапе предварительного проектирования и создавать возможность для проектирования семейства новых воздушных судов в зависимости от требований заказчика (от конструктивно-геометрических до эргономических – расположение пассажиров в салоне воздушного судна). Программное средство по полученным значениям строит 3D-модель проектируемого фюзеляжа ВС и компоновку его пассажирского салона с помощью независимого от языка программирования кроссплатформенного программного интерфейса OpenGL.

Ключевые слова: *воздушное судно, автоматизированное проектирование, объектно-ориентированное программирование, семейство воздушных судов, компоновка пассажирского салона.*

В настоящее время российская авиационная промышленность работает над восстановлением позиций в области мировых авиаперевозок, достигнутых в советский период, и в долгосрочной перспективе планирует войти в пятерку лидеров мирового коммерческого авиастроения. Ведутся работы по созданию современных отечественных *воздушных судов* (ВС), имеющих широкие эксплуатационные возможности, и перспективного семейства ВС, которые займут место в самом востребованном сегменте на мировом рынке – сегменте магистральных ВС [1]. Линейка ВС должна включать различные модификации, отличающиеся пассажироместимостью, дальностью, характеристиками пассажирского салона в соответствии с требованиями заказчика, поэтому производителю необходимо иметь ориентированный на клиента подход к ее разработке. Сложность процессов проектирования, которой отличается магистральное ВС и, в частности, его фюзеляж, являющийся вместилищем полезной нагрузки и подвергающийся существенным изменениям в ходе создания модификаций, не позволяет эффективно осуществить проектирование без использования САПР.

На текущий момент большинство комплексных САПР (CATIA, ProEngineer, SolidWorks и т.д.), включающих в свой состав подсистемы геометрического моделирования (CAD), инженерных расчетов (CAE), технологической подготовки производства (CAM), неспециализированные: не имеют четкого определения объекта проектирования, решают проблемно-ориентированные задачи [2], результат работы в них практически не оказывает глобального влияния на технико-экономические показатели разрабатываемого ВС.

Таким образом, для рационального проектирования с использованием САПР на стадии разработки концепции будущего ВС нерешенной остается задача разработки специализированных программных модулей САПР (CAD и CAE), отличающихся от готовых универсальных программных модулей четким определением объекта проектирования (фюзеляж) [3].

Предлагаемый метод автоматизированного проектирования фюзеляжа магистрального ВС, основанный на использовании «Программы для автоматизированного проектирования фюзеляжа магистрального ВС», разработанной с помощью интегрированной среды разработки Microsoft Visual Studio 2010 на объектно-ориентированном языке программирования высокого уровня C# [2], включает в себя реализацию информационного (банк данных), прикладного программного и алгоритмического (частные алгоритмы расчета отдельных групп характеристик) обеспечения. На основе анализа летно-технических и эксплуатационных требований, предъявляемых заказчиком, сформированы отдельные группы характеристик

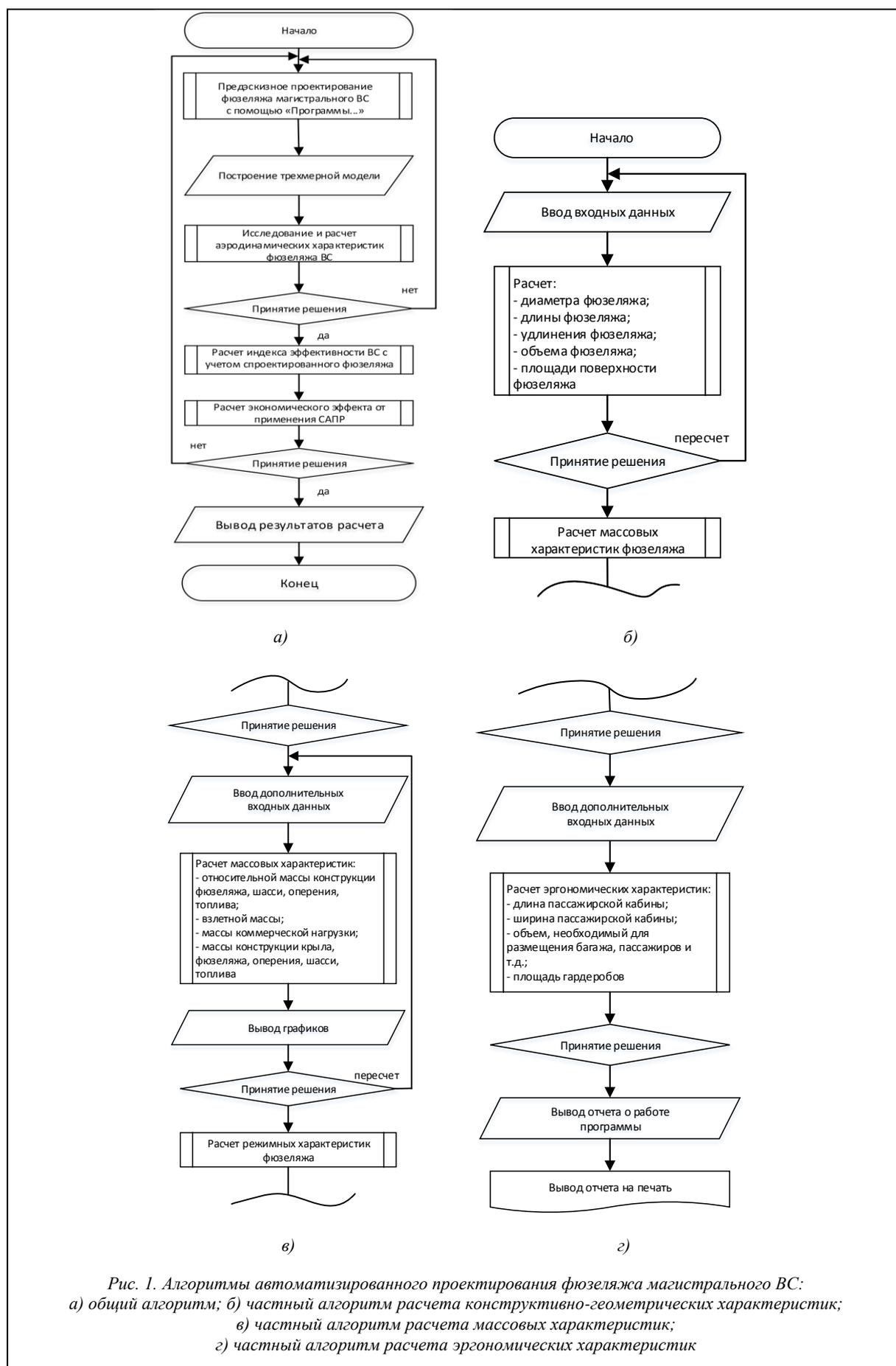


Рис. 1. Алгоритмы автоматизированного проектирования фюзеляжа магистрального ВС:
 а) общий алгоритм; б) частный алгоритм расчета конструктивно-геометрических характеристик;
 в) частный алгоритм расчета массовых характеристик;
 г) частный алгоритм расчета эргономических характеристик

фюзеляжа ВС, оказывающие решающее влияние на его проектирование: конструктивно-геометрические, массовые, режимные, аэродинамические, прочностные, эргономические.

Разработаны алгоритм метода автоматизированного проектирования фюзеляжа магистрального ВС (рис. 1) с учетом перечисленных требований, а также частные алгоритмы расчета указанных групп характеристик.

Для программной реализации разработанного метода выбрано *объектно-ориентированное программирование* (ООП) в связи с тем, что оно позволяет использовать абстракцию данных и предоставляет системе возможность развиваться даже в случае изменения необходимых для расчета групп характеристик.

Входные данные задаются проектировщиком или техническим заданием на проектирование от заказчика с возможностью формирования банка данных (рис. 2).

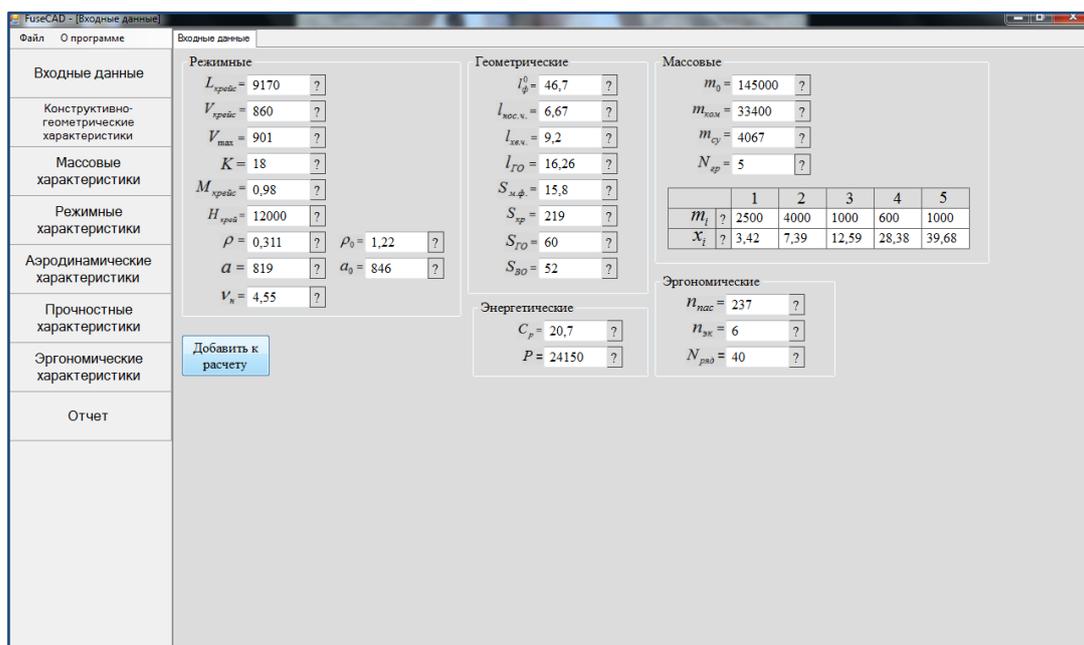
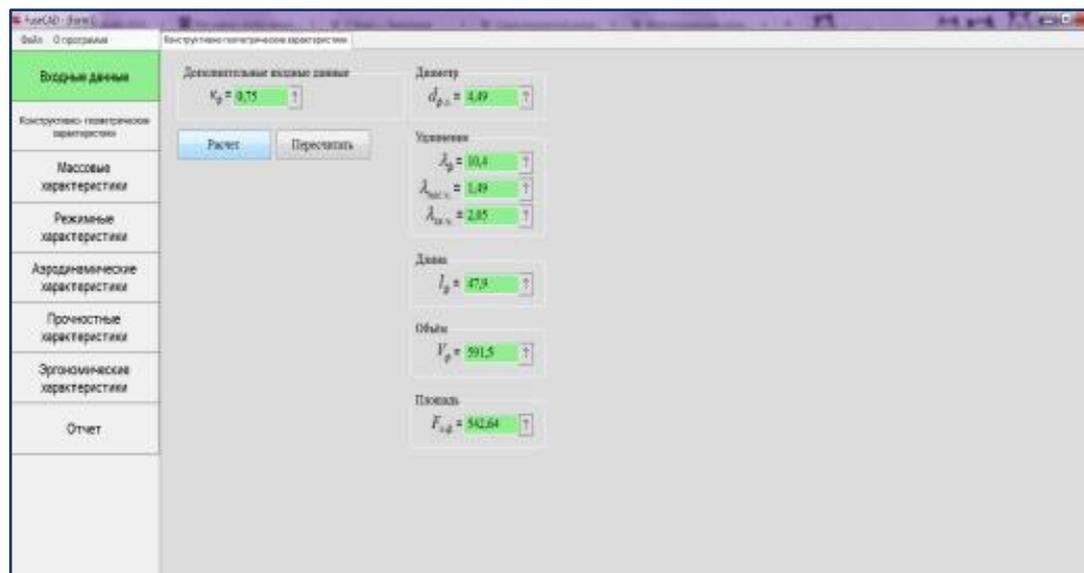
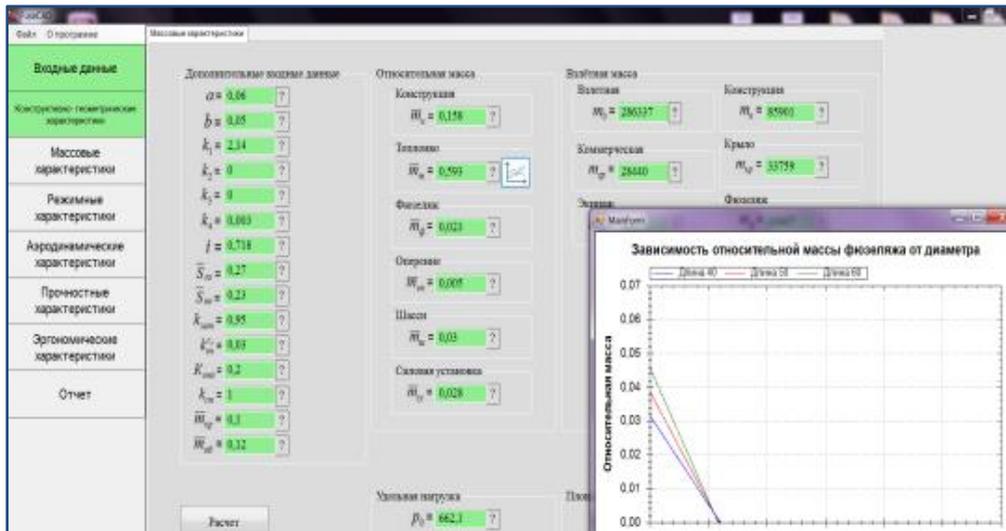


Рис. 2. Окно ввода входных данных

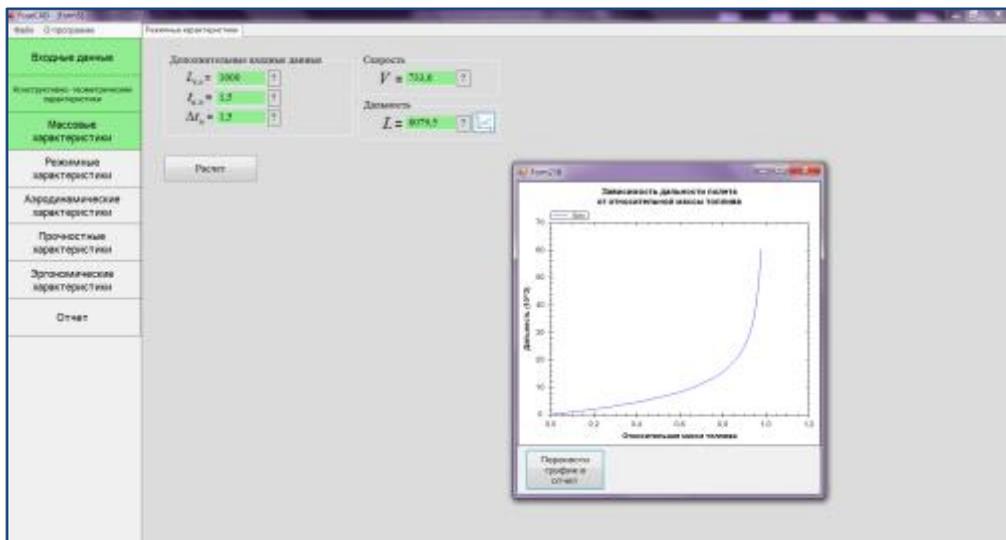
Программная реализация предложенного метода осуществляется посредством отдельных модулей программы для расчета вышеуказанных групп характеристик (рис. 3).



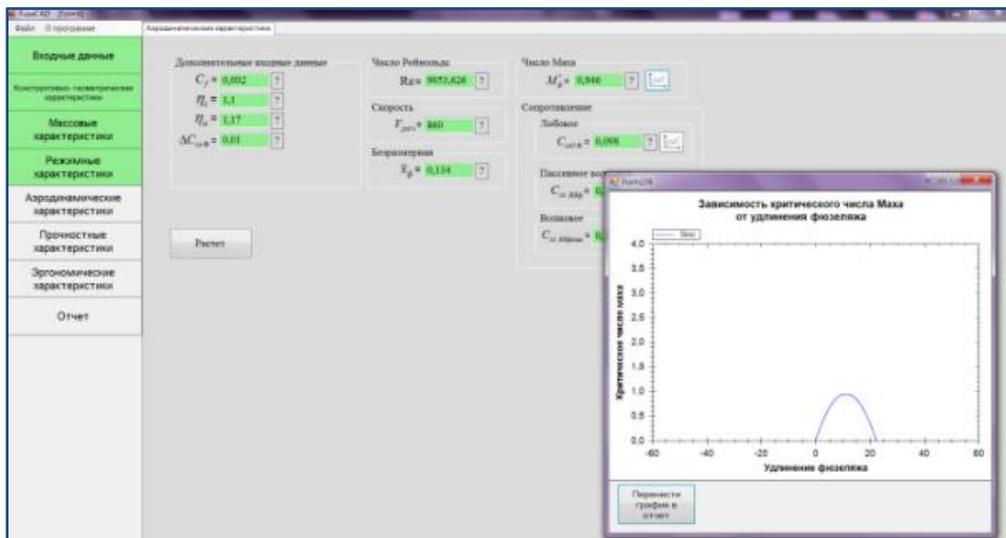
а)



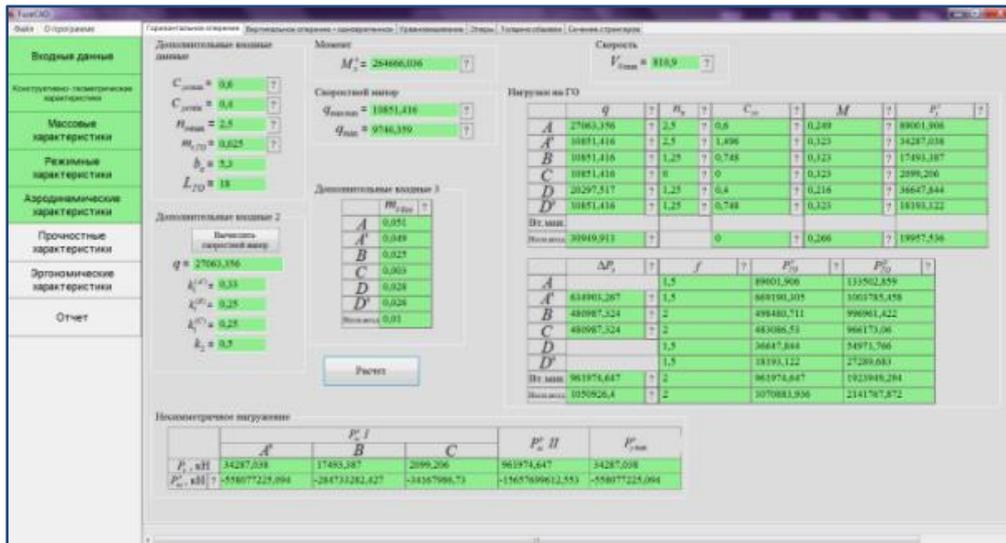
б)



в)



г)



д)

Рис. 3. Экранные формы расчета характеристик:
 а) конструктивно-геометрических, б) массовых, в) режимных,
 г) аэродинамических, д) прочностных: нарузки от горизонтального оперения (фрагмент)

По окончании работы программы возможен вывод на печать основных параметров групп характеристик в аналитической и графической интерпретации, полученных на этапе предварительного проектирования (рис. 4).

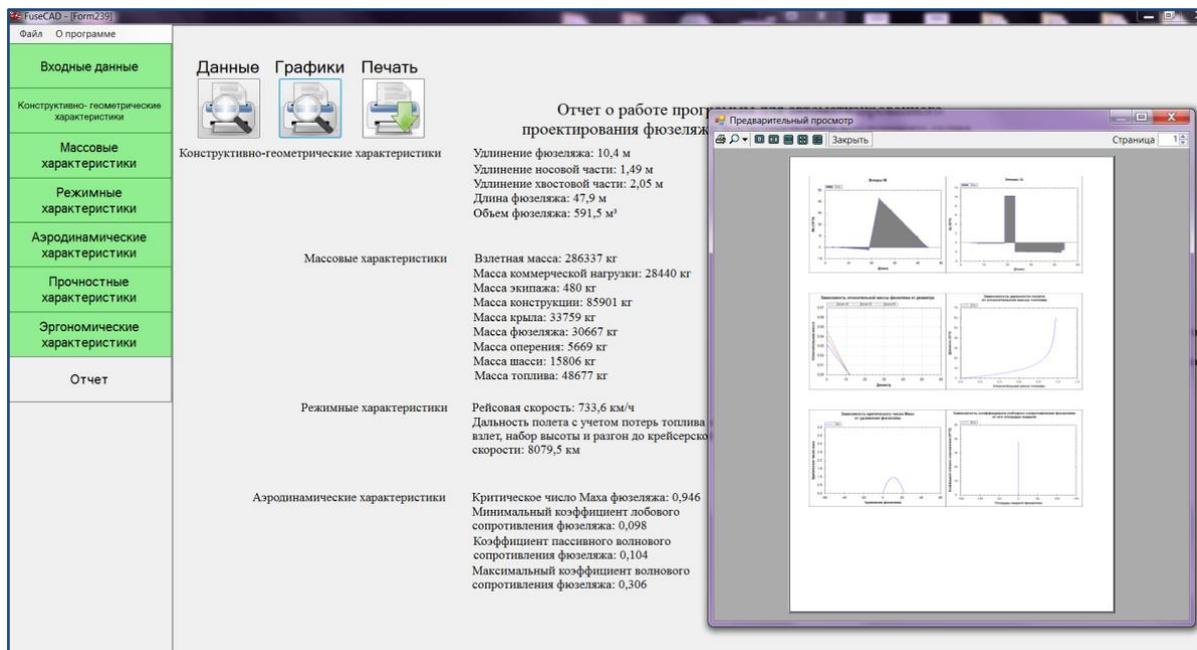


Рис. 4. Отчет о работе программы

После каждого этапа расчета определенной группы характеристик пользователь в диалоговом режиме принимает решение о соответствии полученных характеристик указанным в техническом задании на проектирование. При положительном решении система приступает к следующему этапу расчета, при отрицательном возвращает пользователя на предыдущий этап для пересчета.

В соответствии с рассчитанным набором характеристик (конструктивно-геометрических, массовых, режимных, аэродинамических, прочностных) программа генерирует 3D-модель проектируемого фюзеляжа ВС с помощью независимого от языка программирования кроссплатформенного программного ин-

терфейса – OpenGL (открытая графическая библиотека) (рис. 5), с возможностью экспортирования 3D-модели в САПР «Компас» (горизонтальное меню). Взаимодействие программного средства с САПР «Компас» осуществляется посредством технологии API (Application Programming Interface), которая предоставляет набор процедур и функций для управления данной САПР.

Установив флажок рядом с подписью «Показать компоновку» графического интерфейса программы, пользователь визуализирует компоновку пассажирского салона, полученную по результатам расчета эргономических характеристик с помощью OpenGL (Open Graphics Library) [4] (рис. 6).

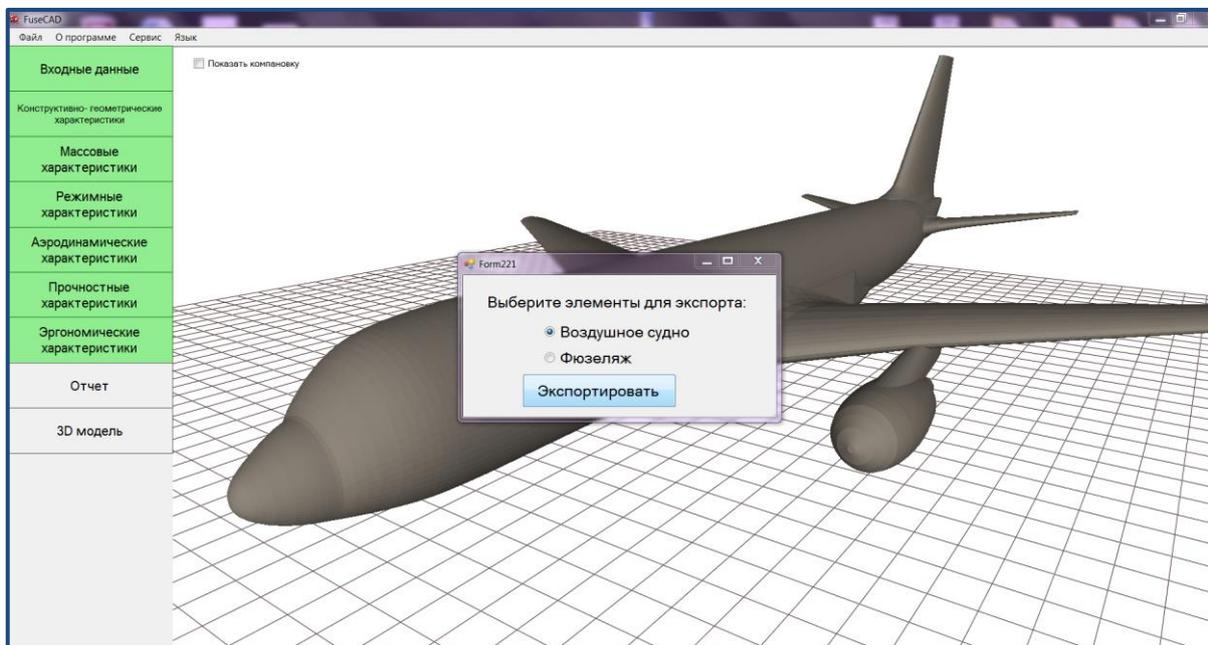


Рис. 5. 3D-модель спроектированного фюзеляжа в составе ВС

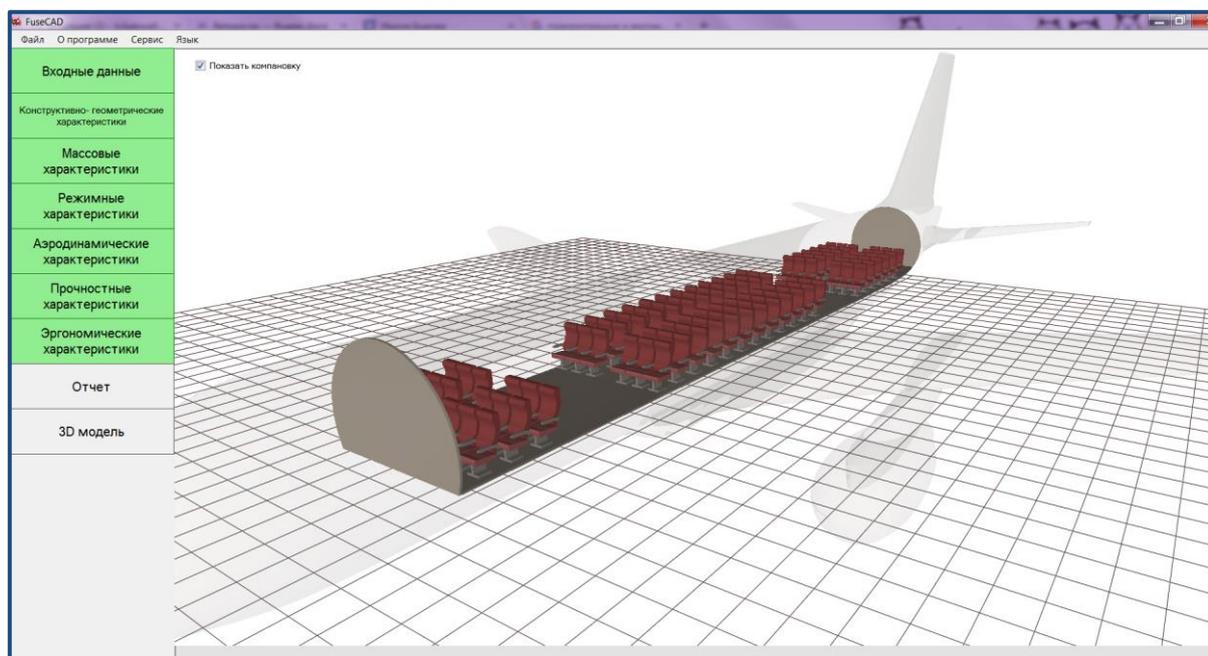


Рис. 6. Компоновка пассажирского салона

Таким образом, осуществлена разработка специализированного прикладного ПО для его использования на стадии предварительного проектирования, когда принимаются концептуальные решения, позволяющего:

- получить набор рациональных характеристик (конструктивно-геометрических, массовых, режимных, аэродинамических, прочностных, эргономических) фюзеляжа ВС без необходимости построения моделей проектируемого изделия в нескольких системах;
- по полученному набору характеристик осуществить компоновку пассажирского салона ВС на основе заданной пассажировместимости (обратная задача проектирования), что обеспечивает возможность создания семейства ВС различных модификаций, отличающихся дальностью, характеристиками пассажирского салона в соответствии с требованиями заказчика;
- построить 3D-модель проектируемого фюзеляжа ВС с помощью независимого от языка программирования кроссплатформенного программного интерфейса OpenGL (открытая графическая библиотека) для дальнейшего проведения физического моделирования воздействия воздушной среды на ВС;
- посредством API-подключаемых модулей осуществить взаимодействие программного средства с UnigraphicsNX (NX OpenAPI), SolidWorks (API) и другими САПР для экспорта модели;
- сохранять данные о полученных параметрах фюзеляжа в XLS-формате;
- выводить на печать основные параметры групп характеристик в аналитической и графической интерпретациях;
- модернизировать разработанное ПО и наращивать его функциональные возможности, а при создании математических моделей других компонентов и внутреннего оборудования автоматизировать проектирование всего ВС благодаря концепции ООП.

Литература

1. Припадчев А.Д. Проблемы и перспективы развития парка воздушных судов гражданской авиации Российской Федерации // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2010. № 1. С. 8–12.
2. Маклафлин Б., Поллайс Г., Уэст Д. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. СПб: Питер, 2013. 608 с.
3. Куприков М.Ю. Автоматизация проектно-конструкторских работ – фундаментальный фактор обеспечения качества жизненного цикла изделий в машиностроении // Новые информационные технологии: тезисы докл. X юбил. Междунар. студенческой школы-семинара. М.: Изд-во МГИЭМ, 2002. С. 53.
4. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука; [пер. с англ.]. М.: Мир, 1978. 424 с.