

Метод параметрического моделирования носовой части фюзеляжа самолета транспортной категории

Национальный авиационный университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Проведен анализ конструктивных особенностей носовых частей фюзеляжей самолетов транспортной категории. Разработана типовая параметрическая модель носовой части фюзеляжа самолета местных авиалиний. Предложен метод параметрического моделирования носовой части фюзеляжа на основании аналитического определения и конструктивно-силовой схемы фюзеляжа с помощью систем CAD/CAM/CAE. Предложенный метод включает в себя создание моделей мастер-геометрии, распределения пространства и аналитических эталонов деталей носовой части фюзеляжа.

Ключевые слова: носовая часть фюзеляжа, параметрическая модель, мастер-геометрия, модель распределения пространства, обтекатель, кабина пилотов.

Определение, увязка и описание геометрических параметров носовой части фюзеляжа (НЧФ) и деталей является одной из задач, подлежащих решению в процессе проектирования самолета [1]. Традиционно применяемые методы начертательной геометрии [2] предполагают построение внешних обводов и увязку формы в два этапа. На первом этапе проводят увязку формы с помощью графических методов (например, способ батоксов и горизонталей), на втором этапе выполняют описание полученной формы аналитическими методами и её фиксацию в виде теоретических линий и таблиц на теоретическом чертеже агрегата (рис.1).

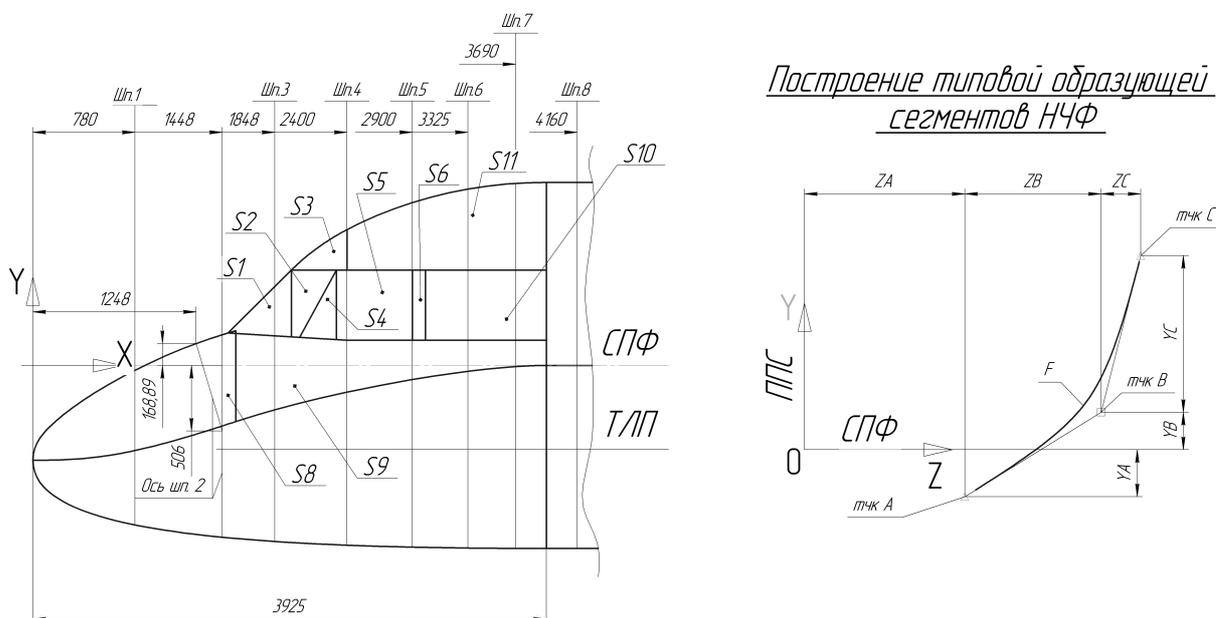


Рис. 1. Фрагмент теоретического чертежа НЧФ самолета местных авиалиний

В процессе определения геометрических параметров внешних обводов НЧФ требования обеспечения обзора из кабины пилотов, размещения экипажа, элементов системы управления и авиационного оборудования учитывают с помощью компоновочного чертежа носовой части (рис.2).

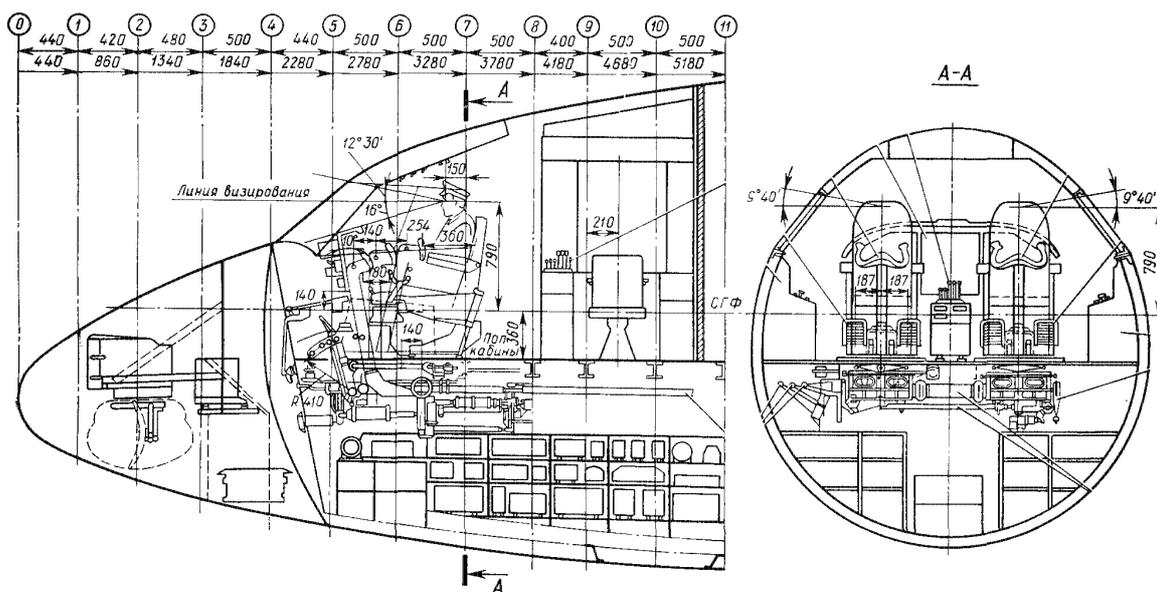


Рис. 2. Типовая компоновка НЧФ самолета пассажирского самолета

В современных условиях открытых информационных технологий разработчики интегрированных систем проектирования обеспечили возможность создания параметрических моделей деталей, сборочных единиц и агрегатов методами аналитической геометрии с сохранением и полной истории построения модели [1]. Параметрическое моделирование требует дополнительной формализации исходных данных [3], что приводит к некоторым дополнительным затратам времени на этапе создания модели, при этом оно обеспечивает более высокую точность и возможность быстрого внесения изменений на последующих этапах проектирования [4, 5].

Таким образом, процесс параметрического моделирования позволяет решать задачи определения, увязки и описания геометрических параметров на качественно новом уровне, сокращая количество этапов и итераций при проектировании НЧФ самолета.

Целью данной работы является разработка метода параметрического моделирования носовой части фюзеляжа (НЧФ) самолета транспортной категории с помощью системы CAD/CAM/CAE Siemens NX 7.5.

В процессе разработки метода необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ конструктивно-технологических особенностей НЧФ как объекта моделирования;
- разработать метод создания параметрических моделей:
 - мастер-геометрии;
 - распределения пространства;
 - аналитических эталонов деталей и сборочных единиц НЧФ.

В процессе проектирования и параметрического моделирования НЧФ самолета транспортной категории необходимо обеспечить:

- высокое качество поверхности НЧФ, поскольку характер обтекания НЧФ в значительной мере определяет характер обтекания остальных частей самолёта;
- соответствие требованиям АП-25 к размещению экипажа и обзору из кабины пилотов;
- птицестойкость;

- молниезащиту;
- радиопрозрачность обтекателя отсека метеорадара;
- защиту от террористической угрозы со стороны пассажиров.

Рассмотрим функциональные зоны конструкции, характерные для НЧФ самолета транспортной категории, их назначение и особенности.

Кабина пилотов предназначена для размещения экипажа, элементов системы управления и пилотажно-навигационного оборудования. Традиционное расположение кабины пилотов в НЧФ позволяет удовлетворить требования к обзору и обеспечить безопасность выполнения полетов.

Кабина пилотов отделяется от пассажирской кабины защитной перегородкой, устойчивой к возможным воздействиям террористических групп. Защитная перегородка грузовой кабины должна эффективно защищать экипаж во время аварийного приземления.

Впереди кабина пилотов ограничена фонарем и гермошпангоутом. Фонарь кабины (рис. 3) пилотов является ответственным узлом, обеспечивающим необходимый обзор вне зависимости от погодных условий и предотвращающим проникновение в кабину посторонних предметов.



Рис. 3. Фонарь кабины пилотов самолёта Ан-70

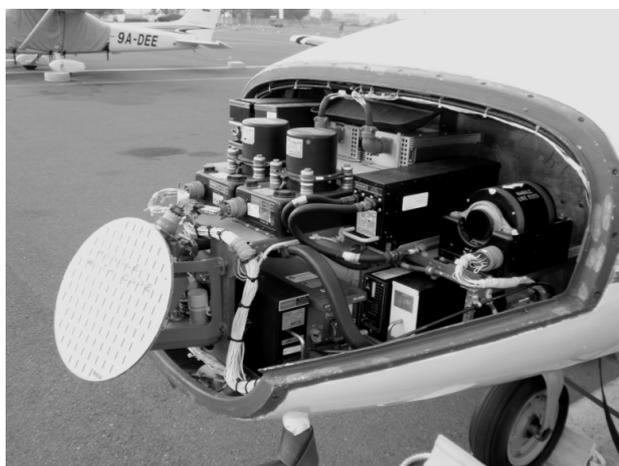


Рис. 4. Носовой отсек авиационного оборудования самолета Cessna 501

Пространство перед кабиной пилотов и под её полом часто используют в качестве отсеков авиационного оборудования (рис. 4), размещение которого в непосредственной близости от рычагов управления и средств отображения информации позволяет сократить протяженность коммуникаций и упростить аэродромное обслуживание оборудования.

Пассажирская кабина, расположенная главным образом в центральной части фюзеляжа, если позволяют его габаритные размеры, также может продолжаться на нижней палубе носовой части (рис. 5). Такое решение позволяет упростить продольную балансировку самолета. На легких транспортных самолетах такую же роль могут выполнять багажные отсеки (рис. 6), расположенные перед кабиной пилотов.

Большинство самолётов транспортной категории оборудованы метеорадаром. Его применение не обязательно над территориями с развитой метеослужбой, однако позволяет повысить безопасность полётов и расширить диапазон возможных условий эксплуатации самолета. Для обеспечения беспрепятственного сканирования передней полусферы отсек метеорадара

(рис. 7) располагается в НЧФ и закрывается радиопрозрачным обтекателем из композиционных материалов.



Рис. 5. Пассажирская кабина в НЧФ пассажирского самолета Boeing 747.



Рис. 6. Багажный отсек административного самолета.

Ниша носовой стойки шасси зачастую располагается в НЧФ и является негерметичным отсеком (рис. 8). Створки ниши шасси выполняются из легких композиционных материалов. Механизм закрытия створок кинематически связан с механизмом уборки и выпуска носовой стойки шасси. Вырез ниши шасси требует дополнительного усиления низинок шпангоутов а также применения продольных бимсов.



Рис. 7. Отсек метеорадара транспортного самолета



Рис. 8. Ниша носовой стойки шасси

Также усиления требует конструкция и в зонах дверей и люков. Расположение входных дверей в носовой части фюзеляжа характерно для средних и тяжелых самолетов транспортной категории (рис. 9, а). На легких самолётах длина НЧФ недостаточна и размещение входной двери в цилиндрической части (рис. 9, б) фюзеляжа более рационально. Кроме того, в носовой части могут располагаться грузовые и служебные двери.



Рис 9. Дверь пассажирской кабины:
а - пассажирский самолет А380; б - административный самолет ЕМВ-135

Необходимость оборудования кабины пилота аварийным люком (рис. 10) связана с тем, что в соответствии с требованиями ИКАО к защите от терроризма дверь в кабину пилотов должна надежно закрываться, а в соответствии с требованиями безопасности полетов [6] каждая отдельная кабина должна быть оборудована средствами аварийного покидания. В некоторых случаях аварийное покидание кабины пилотов предусмотрено через открывающуюся форточку фонаря, однако аварийный люк в верхней части кабины представляет собой более надежное и рациональное решение.



Рис. 10. Люк аварийного покидания кабины пилотов самолета Boeing 747.

Применение предлагаемого метода моделирования возможно при проектировании НЧФ самолетов транспортной категории различного назначения в широком диапазоне взлетных масс. Метод апробирован в процессе создания типовой параметрической модели носовой части пассажирского самолета местных авиалиний [7].

В составе НЧФ пассажирского самолета местных авиалиний можно выделить следующие зоны конструкции: носовой обтекатель метеорадара, отсек авиационного оборудования, кабина пилотов, ниша носовой стойки шасси, фонарь кабины пилотов, аварийный люк (рис. 10).

Варьируемые геометрические параметры модели целесообразно представить в виде матрицы параметров (табл. 1).

Таблица 1.

Матрица геометрических параметров НЧФ.

№ п/п	Параметр	Обозначение	Начальное значение	Диапазон изменения
1	Диаметр фюзеляжа	d_{ϕ}	2200 мм	2000...2500 мм
2	Удлинение НЧФ	$\lambda_n = L_n/d_{\phi}$	3	2...4
3	Угол отклонения НЧФ	α_n	-8°	-20°...0°
4	Радиус начальной сферы	r_1	300 мм	200...500 мм
5	Максимальная высота отсека метеорадара	h_1	1000 мм	800...1200 мм
6	Длина отсека метеорадара	L_1	1200 мм	1000...1500 мм
7	Угол наклона лобового стекла	β_{ϕ}	30°	20°...45°
8	Длина кабины пилотов	$L_{\text{кп}}$	2200 мм	2000...2500 мм
9	Минимальная высота НЧФ в зоне кабины пилотов	$h_{\text{кп}}$	1200 мм	1000...1500 мм

Геометрические параметры НЧФ определяют в процессе автоматизированного формирования облика самолета. В дальнейшем матрицу геометрических параметров уточняют и дополняют в процессе компоновки фюзеляжа, оптимизации аэродинамических и технико-экономических характеристик самолета.

Для современных пассажирских самолетов характерна цилиндрическая форма фюзеляжа, поскольку такая форма наилучшим образом воспринимает нагрузки от наддува герметичных кабин, которые являются определяющими при высоте крейсерского полета свыше 10 000 м. Грузовые кабины военно-транспортных самолётов могут выполняться негерметичными либо с пониженным наддувом, при этом кабина пилотов может быть выполнена негерметичной и оборудована дополнительно кислородным оборудованием либо отделена герметичной перегородкой. Для легких транспортных самолетов с негерметичными кабинами характерны близкие к прямоугольным формы сечения фюзеляжа, позволяющие наилучшим образом использовать внутреннее пространство. Для средних и тяжелых транспортных самолетов с негерметичными кабинами более целесообразно применение эллиптических форм поперечных сечений либо форм, образованных комбинацией дуг окружностей. В случае применения форм поперечного сечения, отличных от круглых, целесообразно включить в матрицу параметров их характерные размеры.

Для самолета местных авиалиний на 19 пассажирских мест выбран диаметр фюзеляжа $d_{\phi} = 2200$ мм, который является минимальным диаметром, обеспечивающим требование к ширине прохода между рядами при расположении

пассажиры сидений в три ряда в компоновке эконом-класса [8]. Увеличение диаметра фюзеляжа позволяет увеличить объем кабины и уровень комфорта пассажирского салона, однако также приводит к увеличению аэродинамического сопротивления и росту расхода топлива. Таким образом, задача выбора оптимального диаметра фюзеляжа должна решаться методом последовательных приближений на каждом из этапов проектирования.

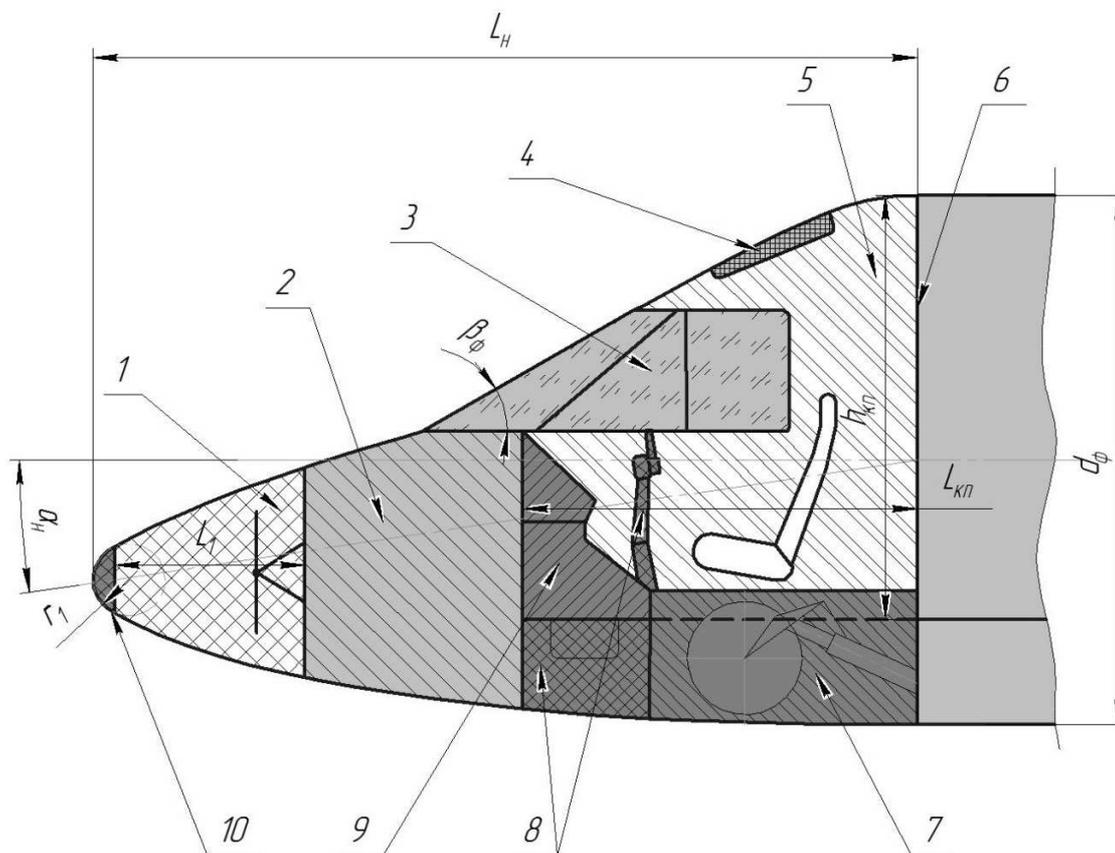


Рис. 11. Схема функциональных зон НЧФ:

1 – носовой обтекатель метеорадара, 2 – отсек авиационного оборудования, 3 – остекление кабины пилотов, 4 – люк аварийного покидания, 5 – кабина пилотов, 6 – силовая перегородка, 7 – ниша носовой стойки шасси, 8 – система управления, 9 – навигационно-пилотажное оборудование, 10 – сферический сегмент поверхности обтекателя метеорадара

Удлинение НЧФ $\lambda_n = L_n/d_\phi$ определяется требованиями аэродинамики и компоновочными соображениями. Наилучшие аэродинамические характеристики обеспечивает удлинение НЧФ в диапазоне 2,5...3, иногда для обеспечения необходимой длины НЧФ требуется применение дополнительных компоновочных решений [9]. Увеличение угла отклонения НЧФ от продольной оси фюзеляжа улучшает обзор из кабины пилотов, однако приводит к значительной асимметрии нагрузок и усложнению конструкции НЧФ. Таким образом, угол отклонения НЧФ целесообразно выбирать минимальным, обеспечивающим требования к обзору. Часть поверхности носового обтекателя метеорадара выполняется сферической, что позволяет обеспечить оптимальные характеристики радиопрозрачности и прочности композиционного материала обтекателя, а также обеспечить перпендикулярность касательной плоскости оси

фюзеляжа в начальной точке. Поскольку именно эта поверхность сталкивается с невозмущённым потоком воздуха, радиус начальной сферы в значительной степени определяет характер обтекания фюзеляжа. В данном случае радиус начальной сферы выбран в соответствии со статистическими данными $r_1 = 300$ мм и будет уточнён в процессе численных экспериментов. Прочие габаритные размеры отсека метеорадара определяются максимальной высотой h_1 и длиной L_1 отсека, которые выбирают в процессе автоматизированного формирования облика самолета и уточняют в процессе выбора и размещения радара. Угол наклона лобового стекла фонаря кабины пилотов β_ϕ определяется сочетанием требований: обеспечения обзора из кабины пилотов, минимального лобового сопротивления, минимальной массы остекления, а также ранее выбранными параметрами других частей фюзеляжа (диаметры цилиндрической части и отсека метеорадара). При создании модели мастер-геометрии необходимая длина кабины пилотов $L_{кп}$ определяется согласно требованиям нормативной документации к размещению пилотов и уточняется в процессе создания модели распределения пространства из соображений необходимости размещения в кабине как пилотов, так и элементов системы управления, приборных панелей, авиационного оборудования. Минимальная высота НЧФ в зоне кабины пилотов определяет $h_{кп}$ положение фонаря кабины пилотов и ограничена необходимым положением приборных панелей и габаритными размерами устанавливаемого оборудования.

Для построения модели перечисленные параметры дополняют другими геометрическими характеристиками и ограничениями, которые определены стандартами и нормами. Их изменение не представляется возможным либо не является целью проводимого исследования, например: минимальный угол визирования из кабины пилотов, минимальные габаритные размеры аварийного люка [6], непрерывность первой производной образующих кривых при сочленении НЧФ и цилиндрической части фюзеляжа, тип кривых, образующих НЧФ. Начальные значения параметров определяют по результатам предварительного проектирования либо из статистических данных. Пределы изменения параметров задают в соответствии с конструктивными и технологическими ограничениями.

Требования эргономики учитывают путём размещения виртуальных манекенов пилота со справочными геометрическими параметрами. Кроме того, на габаритные размеры кабины также влияет тип выбранной системы управления и командных рычагов. Применение боковых электронных рычагов управления в сочетании с электродистанционной системой управления позволяет несколько уменьшить нагрузку на пилота и габариты кабины, однако выдвигает повышенные требования к надежности используемого электронного оборудования.

Модель мастер-геометрии НЧФ

После формирования матрицы геометрических параметров выполняют построение параметрической модели мастер-геометрии НЧФ в составе фюзеляжа.

Модель мастер-геометрии является точной математической моделью теоретической поверхности НЧФ. Для создания таких моделей применяют интегрированные системы компьютерного проектирования (Simms NX, CATIA и прочие). Эти системы снабжены необходимыми функциями для выполнения построения параметрических моделей сложных поверхностей, обладают требуемым уровнем точности и интеграции, что позволяет использовать созданную модель в модулях инженерного анализа и подготовки производства с

минимальными потерями точности при преобразовании. Основные принципы моделирования в таких системах остаются общими, отличия касаются преимущественно способов организации элементов интерфейса. В качестве примера рассмотрим реализацию предлагаемого метода с помощью системы Simmens NX 7.5.

Матрица геометрических параметров может быть внесена в компьютерную модель в виде глобальных переменных (рис.12). Эти переменные применяют при построении эскизов вместо числовых значений размеров, что позволяет впоследствии изменять заданные параметры централизованно, не переключаясь между различными слоями и эскизами.

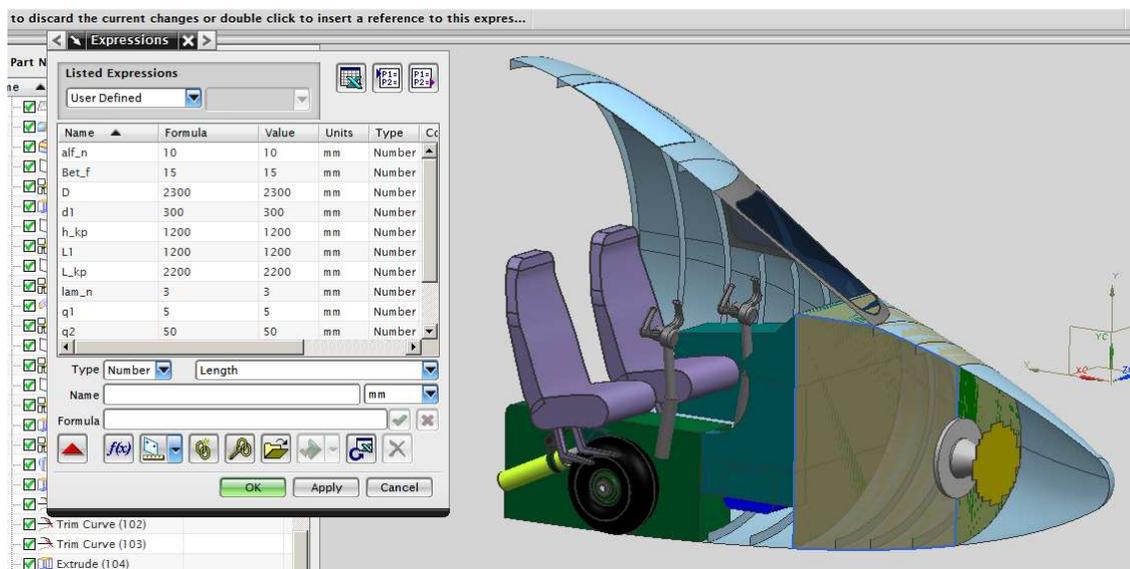


Рис. 12. Окно глобальных переменных

Теоретические поверхности НЧФ, в основном, имеют двойную кривизну, для их моделирования применяют поверхность Section Surface. В качестве начальных кривых и апексов кривых используют кривые созданных ранее эскизов. Для моделирования теоретической поверхности НЧФ в зоне фонаря кабины пилотов применяют линейчатые поверхности. В качестве начальной поверхности носовой части фюзеляжа круглого сечения используют часть сферы, диаметр которой выбирают из компоновочных и технологических соображений. Наружные поверхности дверей, люков и створок ниши шасси вписываются в теоретический контур фюзеляжа и в модели мастер-геометрии не выделяются.

Полученная модель мастер-геометрии НЧФ входит в состав сборочного файла мастер-геометрии фюзеляжа (рис. 13). Предлагаемый метод может быть скорректирован для моделирования цилиндрической и хвостовой частей фюзеляжа, однако эти проблемы не являлись предметом данной работы.

В процессе проектирования НЧФ модели теоретических поверхностей цилиндрической и хвостовой частей фюзеляжа могут быть представлены в виде поверхностей вращения удобообтекаемого контура вокруг продольной оси фюзеляжа. Такая модель фюзеляжа позволяет перейти к численному моделированию обтекания фюзеляжа в целом.

Система интегрированного проектирования Simmens NX 7.5 содержит модуль инженерного анализа, позволяющий создать аэродинамическую модель обтекания фюзеляжа, ассоциативно связанную с базовой моделью мастер-геометрии. Численное моделирование обтекания фюзеляжа позволяет

определить характер распределения воздушной нагрузки на НЧФ (рис. 14) для различных режимов полёта, а также исследовать влияние геометрических параметров отдельных элементов НЧФ (начальной сферы, фонаря кабины пилотов) на аэродинамические характеристики фюзеляжа, что необходимо для дальнейшей оптимизации его конструкции. Данные относительно воздушной нагрузки могут быть непосредственно переданы в модуль моделирования напряженно-деформированного состояния конструкции.

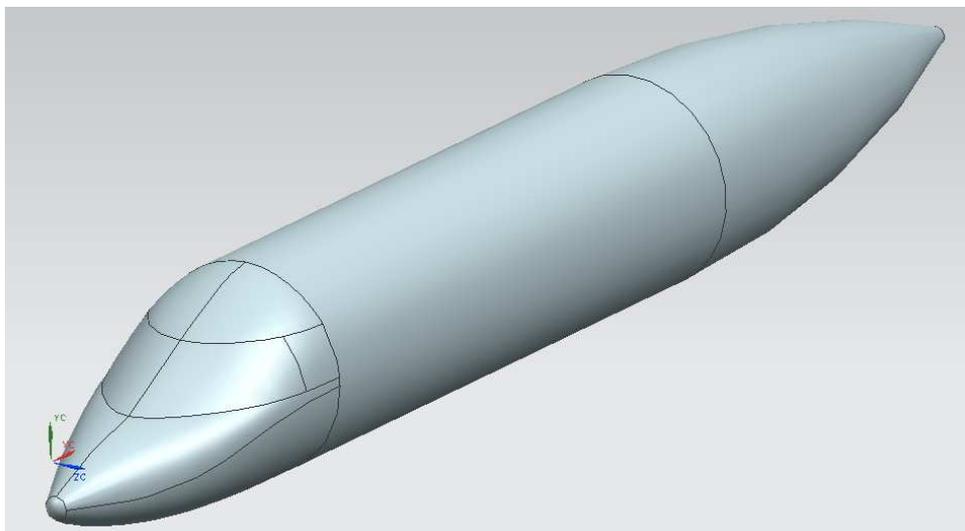


Рис. 13. Модель мастер-геометрии НЧФ в составе фюзеляжа

Модель распределения пространства НЧФ

На этапе создания модели распределения пространства НЧФ матрицу параметров (табл. 1) целесообразно дополнить параметрами внутренних элементов конструкции (табл. 2).

Таблица 2.

Дополнение матрицы геометрических параметров НЧФ

№ п/п	Параметр	Обозначение	Начальное значение	Диапазон изменения
10	Высота кабины пилотов	$H_{кп}$	1700 мм	1600...2000 мм
11	Высота ниши шасси	$H_{нш}$	400 мм	350...500 мм
12	Длина ниши шасси	$L_{нш}$	1000 мм	800...1200мм
13	Шаг шпангоутов	$a_{ш}$	250 мм	200...300 мм
14	Шаг стрингеров	b_c	200 мм	150...300 мм

Максимальная высота кабины пилотов задаёт положение пола кабины, которое, в свою очередь, ограничено требованиями эргономики к рабочим местам экипажа, требованиями обеспечения обзора и параметрами остекления.

Геометрические параметры ниши передней стойки шасси определяются габаритными размерами стойки и механизмов её уборки, выпуска и фиксации. Положение ниши шасси в данном случае задано из условия обеспечения требуемой базы шасси и крепления носовой стойки к стыковому шпангоуту НЧФ.

Шаг рядовых шпангоутов и шаг стрингеров, предварительно выбранные на основании проектировочного расчета и данных статистики требуют дальнейшего уточнения в процессе проектирования и оптимизации панелей НЧФ.

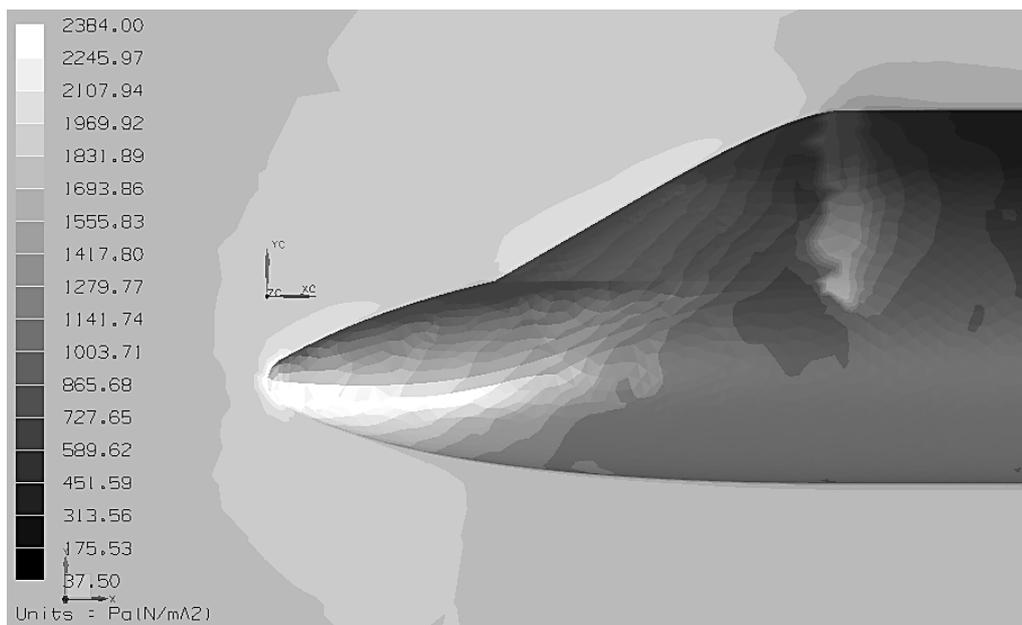


Рис. 14. Характер распределения давления набегающего потока по поверхности НЧФ в составе фюзеляжа

Построение базовых плоскостей несущих элементов конструкции (шпангоутов, стрингеров, бимсов и пола кабины) и функциональных объемов (отсека авиационного оборудования, ниши шасси) выполняется путём вытягивания параметрических эскизов расположения элементов (рис. 15), предварительно ассоциативно спроецированных на теоретические поверхности НЧФ модели мастер-геометрии НЧФ.

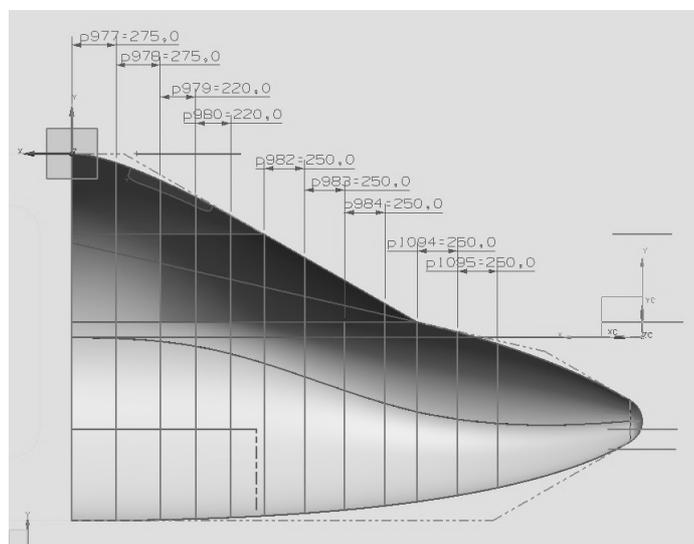


Рис. 15. Схема создания базовых плоскостей шпангоутов НЧФ

На этапе создания модели распределения пространства геометрические параметры обтекателя отсека метеорадара, уточняются путём построения габаритной модели метеорадара закрепленного на герметичном шпангоуте. Пространство между гермошпангоутом отсека метеорадара и кабиной пилота отводится для отсека авиационного оборудования.

В процессе моделирования кабины пилотов выбирают и уточняют положение пола кабины, моделируют приборные панели и рычаги управления. Классические штурвальные колонки обладают высокой надежностью, но также отличаются

несколько большими габаритными размерами и перемещениями по сравнению с электронными командными рычагами электродистанционных систем управления. Кресла пилотов выбирают из каталога сертифицированного производителя в соответствии с категорией проектируемого самолета.

В целях выполнения требований эргономики рабочего места применяют виртуальный манекен пилота (рис. 16).

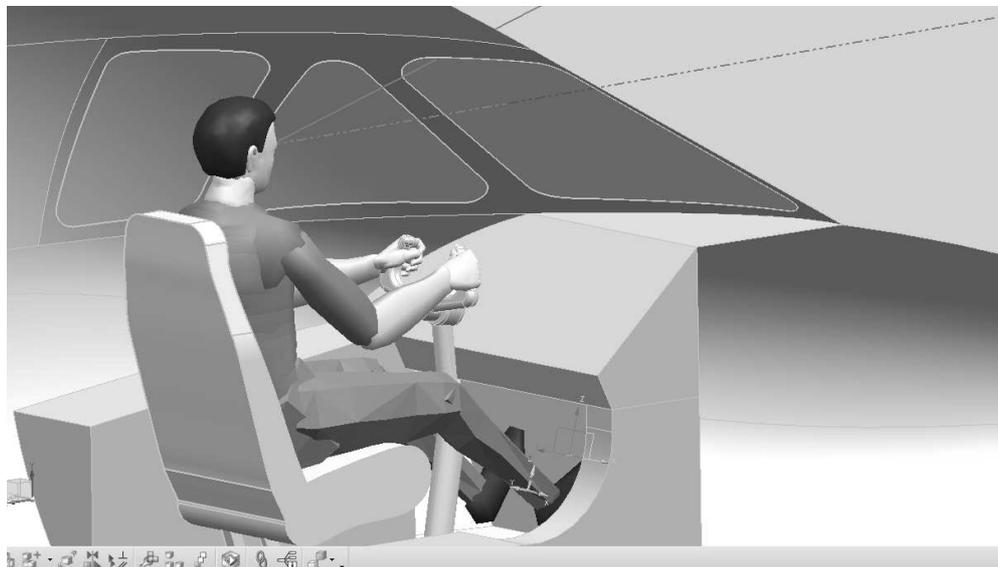


Рис. 16. Анализ эргономики кабины с помощью виртуальных манекенов пилотов

Для построения виртуального манекена в соответствии со справочными геометрическими параметрами современные системы интегрированного проектирования снабжены специальными модулями, позволяющими не только оценить возможность размещения пилота заданной комплекции, но и определить зоны доступа и обзора, а также оценить степень комфорта его положения. Положение пола кабины пилота, кресла и элементов системы управления уточняют по результатам анализа эргономики и соответствия полученной зоны обзора зоне, заданной требованиями АП-25.

Модель распределения пространства позволяет также уточнить конфигурацию рамы и остекления фонаря кабины пилота (рис. 17), и оценить влияние стоек рамы на зону обзора пилотов. Для этого с помощью параметрических эскизов создаются контуры остекления, которые проецируются на поверхность фонаря и служат границами для разделения теоретических поверхностей рамы и остекления.

Аналогичным образом из поверхности верхнего обтекателя кабины пилотов выделяется поверхность аварийного люка. Габаритные размеры люка соответствуют классу С по требованиям АП-25, и также заданы в виде переменных параметров эскиза.

Предлагаемый метод создания параметрической модели распределения пространства позволяет создать модель (рис. 18), данные которой могут непосредственно использоваться при построении конечно-элементной модели НЧФ для расчета напряженно-деформированного состояния конструкции, а также дает возможность оперативно вносить изменения в геометрические параметры и проводить вариантное конструирование.

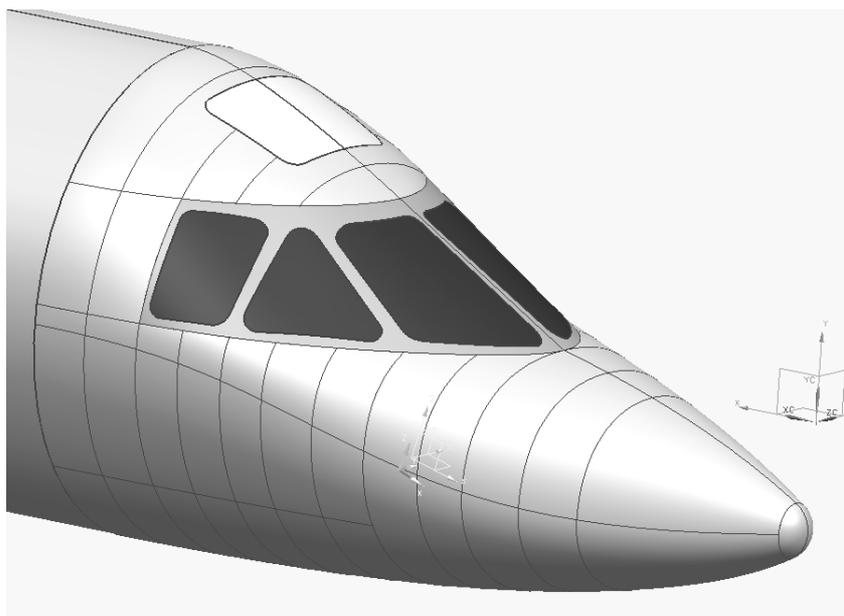


Рис. 17. Модель фонаря кабины пилотов самолета местных авиалиний

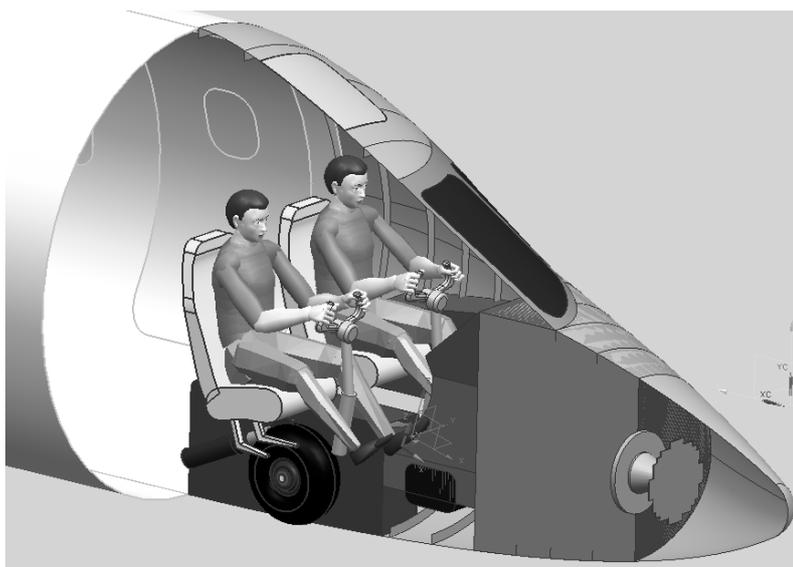


Рис. 18. Модель распределения пространства НЧФ

На основании конечно-элементной модели общего НДС носовой части определяют нагрузки на отдельные конструктивные элементы, что позволяет выбрать их рациональную форму и геометрические параметры, создать параметрические модели аналитических эталонов отдельных деталей и сборочных единиц, формирующие модель полного электронного определения НЧФ, входящую в состав модели фюзеляжа. В дальнейшем модель полного электронного определения является первоисточником информации для создания технической документации и управляющих программ для производства деталей и оснастки. Таким образом, предлагаемый метод (рис. 19) предполагает создание компьютерных трехмерных параметрических моделей, включающих в себя информацию теоретического и компоновочного чертежей, позволяющих проводить дальнейшее проектирование, конструирование и инженерный анализ

НЧФ с помощью систем CAD/CAM/CAE.

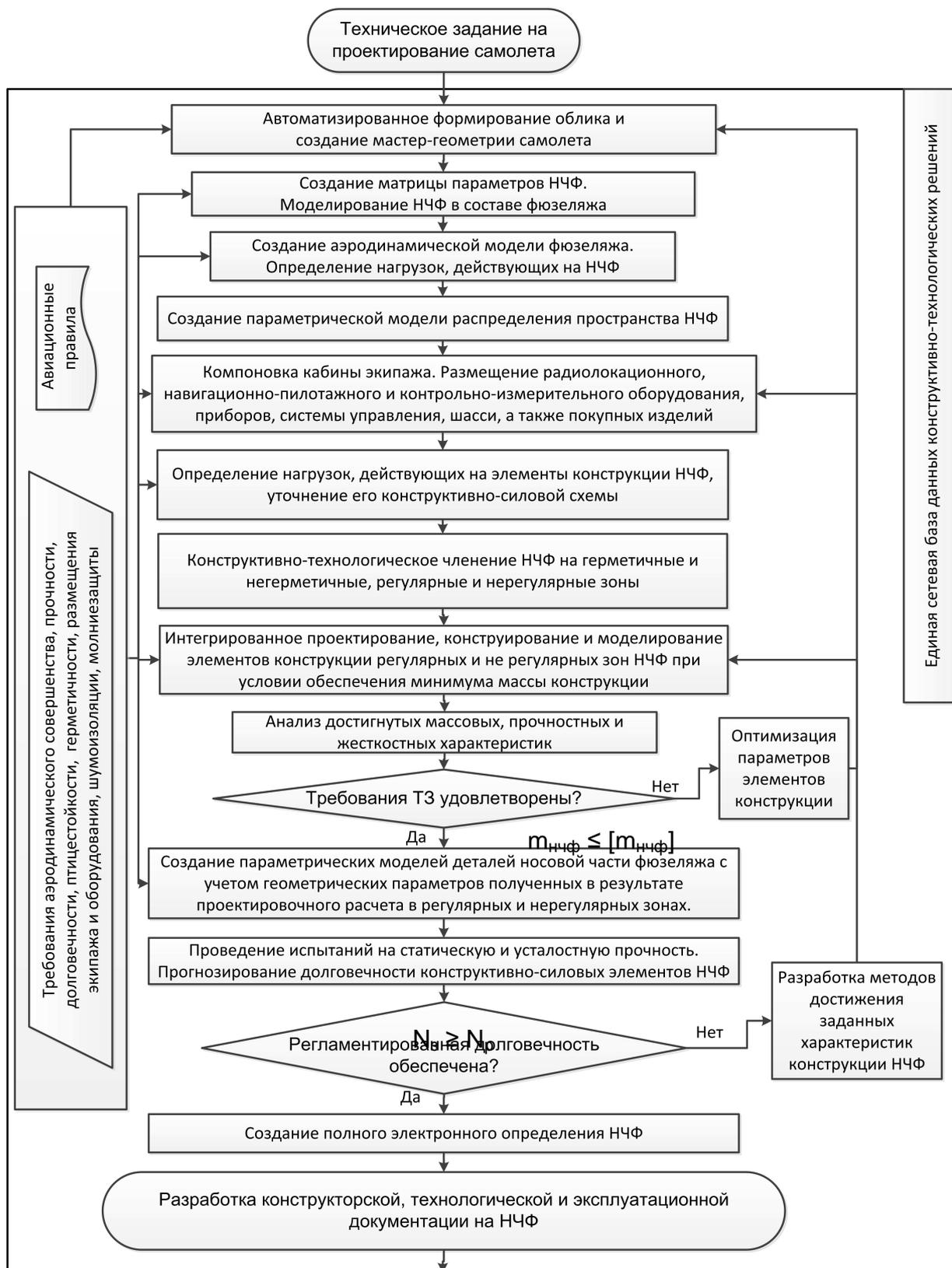


Рис. 19. Схема метода параметрического моделирования НЧФ

Вывод

Разработан метод создания параметрической трехмерной модели носовой части фюзеляжа самолета транспортной категории, позволяющий обеспечить проектирование конструкции с заданными характеристиками, сократить количество этапов по сравнению с традиционными методами начертательной геометрии, определить массовые и инерционные характеристики конструкции НЧФ, повысить точность и информативность проектировочных расчетов, обеспечить оперативность внесения изменений в техническую документацию.

Список литературы

1. Гребеников, А.Г. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолетных конструкций [Текст] / А.Г. Гребеников. – Х: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2006. – 532 с.
2. Проектирование самолетов / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. – М: Машиностроение, 1983. – 616 с.
3. Балабуев, П.В. Стратегия и практика АНТК «Антонов» в создании самолетов «АН» на основе полного электронного определения изделия [Текст] / П.В. Балабуев, В.И. Матусевич // Информационные технологии в наукоемком машиностроении: Компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техніка. – 2001. – С. 84 – 97.
4. Матусевич, В.И. Концепция и планы комплексного решения задач автоматизированного проектирования, технологической подготовки и управления самолетостроительным производством [Текст] / В.И. Матусевич, Ю.Р. Бойко // Технологические системы. – К.: УкрНИИАТ. – 1999. – Вып. 1. – С. 77 – 82.
5. Современные технологии авиастроения / кол. авторов; под ред. А.Г. Братухина, Ю.Л. Иванова. – М.: Машиностроение, 1999. – 832 с.
6. Погосян, М.А. Самолет Sukhoi SuperJet 100 – лидер современного авиастроения. / М.А. Погосян // Наука и технологии в промышленности. – М. – 2011. – Вып. 3. – С. 1 – 7.
7. Нормы летной годности самолетов транспортной категории (АП-25). – М.: МАК, 1994 – 322 с.
8. Концепция создания пассажирского самолёта для местных воздушных линий, Ю.Н. Геремес, А.Г. Гребеников, А.М. Гуменный, и др. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии, сб. науч. тр. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» – Вып.47. – Х., 2010. – С. 20-33.
9. Компоновка пассажирской кабины самолета для местных воздушных линий, А.А. Сердюков, А.С. Чумак. / Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні та комп'ютерні технології в машинобудуванні»: тези доп. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2011. – С. 25.
10. Оптимизация геометрических параметров самолета местных воздушных линий, А.Г. Гребеников, А.М. Гуменный, А.А. Сердюков, А.С. Чумак / Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми створення та забезпечення життєвого циклу авіаційної техніки»: тези доп. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2011. – С. 12.
11. НХ для конструктора-машиностроителя [Текст] / П.С. Гончаров, М.Ю. Ельцов, С.Б. Коршиков и др. - М.: ДМК Пресс, 2010. – 504 с.

Рецензент: кандидат технических наук, доцент Гуменный А.М.
Поступила в редакцию 12.11.12

Метод параметричного моделювання носової частини фюзеляжу літака транспортної категорії

Проведено аналіз конструктивних особливостей носових частин фюзеляжів літаків транспортної категорії. Розроблена типова модель параметрична модель носової частини фюзеляжу літака місцевих авіаліній. Запропоновано метод параметричного моделювання носовій частині фюзеляжу на підставі аналітичного визначення і конструктивно силової схеми фюзеляжу за допомогою систем CAD/CAM/CAE. Запропонований метод передбачає створення моделей майстер-геометрії, розподілу простору і аналітичних еталонів деталей носової частини фюзеляжу.

Ключові слова: носова частина фюзеляжу, параметрична модель, майстер-геометрія, модель розподілу простору, обтічник, кабіна пілотів.

Transport category airplane fuselage nose part parametric modeling method

Transport airplane fuselage nose parts design features analysis has been conducted. A local airliner fuselage nose part typical parametrical model has been developed. A method of transport category airplane fuselage nose part parametric modeling with aid of CAD/CAM/CAE systems on basis of analytical definition and load carrying structure fuselage proposed. The proposed method includes the creation of master geometry, space distribution and part analytical etalons models of the fuselage nose part.

Keywords: fuselage nose part, parametric model, master geometry, space distribution model, random, cockpit.