

Формирование мастер-геометрии беспилотных летательных аппаратов “Пчелка”

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ»,
Авиационное научно-техническое общество КНХ
Харьковское государственное авиационное производственное предприятие*

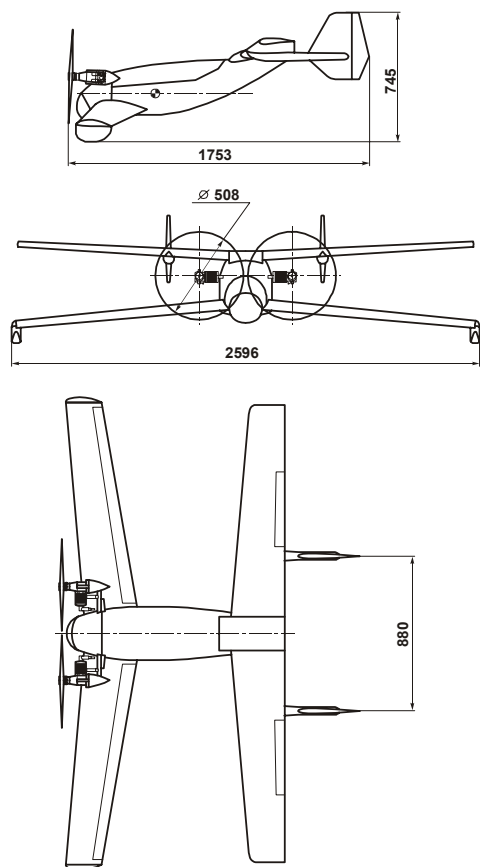
При проектировании конструкции нового летательного аппарата на стадии эскизного проектирования возникает необходимость создания мастер-геометрии самолета. При этом для создания мастер-геометрии обычно недостаточно исходных данных на момент начала разработки, что негативно сказывается на сроках разработки всей конструкции. Современные компьютерные интегрированные системы CAD/CAM/CAE/PLM позволяют решать подобный класс задач с помощью основных принципов параметрического и ассоциативного моделирования. Взаимодействие процессов предварительного проектирования и процессов создания компьютерных моделей (мастер-геометрии, модели распределения пространства и модели полного электронного определения изделия) остается на сегодняшний день в большинстве случаев последовательным. Это объясняется целым рядом объективных причин, наиболее важная из которых – невозможность создания компьютерной модели изделия без полного набора исходных данных, определяющих ее параметры.

Целью статьи является рассмотрение процесса создания мастер-геометрии беспилотных летательных аппаратов (БЛА) семейства комплексов “Пчелка” в условиях недостатка исходных данных с помощью компьютерной интегрированной системы CAD/CAM/CAE/PLM CATIA V5.R16.

Семейство комплексов “Пчелка” представляет собой многофункциональную систему, обеспечивающую решение целого комплекса задач по инспекции и патрулированию объектов, по поиску и обнаружению утечек из нефти и газопроводов и т.п.

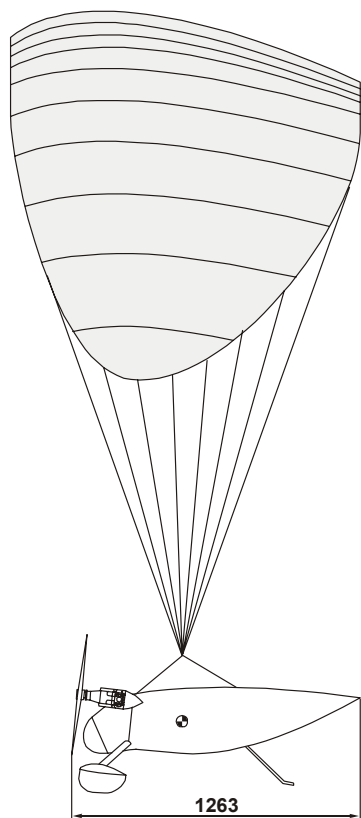
“Пчелка-К” – комплекс, оснащенный БЛА нетрадиционной аэродинамической схемы высокого аэродинамического качества и динамической устойчивости, оснащенный системой непосредственного управления подъемной силой (рис. 1). БЛА имеет системы короткого взлета и управляемой «точечной» посадки на основе пневмокатапультной установки и аэроупругого крыла высокого аэродинамического качества. Имеет высокий метеоминимум, слабую зависимость от условий базирования, высокую регулярность полетов.

“Пчелка-АК” – комплекс, оснащенный БЛА, в качестве несущей системы которого применено аэроупругое крыло высокого аэродинамического качества, обеспечивающее короткий взлет и посадку (рис. 2). БЛА может применяться в простых метеоусловиях.



Аэродинамическая схема	Тандем
Площадь крыльев суммарная	1,33 м ²
Аэродинамическое качество	15
Силовая установка	2хПД (3, 4, 5, 7.5) л. с. с ВВ
Взлетный вес, кг	35 ÷ 75
Вес полезной нагрузки max, кг	5 ÷ 20
Скорость, км/ч	20 ÷ 50* 80 ÷ 150
Время полета, час	2 ÷ 6
Высота полета, м	30 ÷ 5000
Взлет	пневмокатапультная установка, разгонная автоплатформа, авианоситель
Посадка	*На управляемом аэроупругом крыле
Дистанция разгона при катапультном старте, м	6
Дистанция пробега при посадке, м	3 - 5

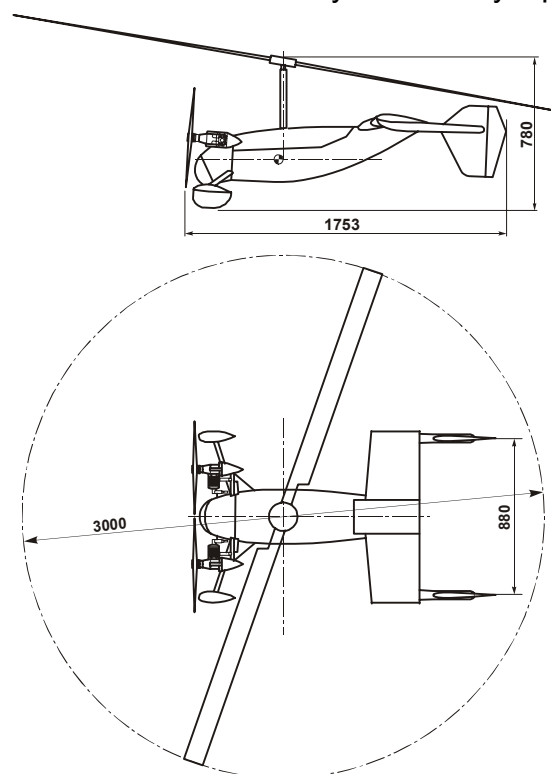
Рис. 1. Общий вид БЛА комплекса “Пчелка-К”



Аэродинамическая схема	Аэроупругое крыло
Площадь аэроупругого крыла	18 м ²
Приводы управления аэроупругим крылом	Электролебедки мощностью 2 х 15 Вт
Силовая установка	2 х ПД 4 л. с. с ВВ 2 х ЭЛ.ДВ 3,5 кВт с ВВ
Взлетный вес, кг	75
Вес полезной нагрузки max, кг	20 ÷ 25
Скорость, км/ч	20 ÷ 50
Время полета, час	2 ÷ 6
Высота полета, м	30 ÷ 1000
Взлет	Под аэроупругим крылом с коротким разбегом/пробегом
Посадка	

Рис. 2. Общий вид БЛА комплекса “Пчелка-АК”

“Пчелка-А” – комплекс, оснащенный БЛА автожирного типа, обеспечивающий «прыжковый» взлет и точечную посадку (рис. 3). БЛА имеет высокий метеоминимум и высокую регулярность полетов.



Аэродинамическая схема	Свободно вращающийся ротор (автожир)
Несущая система	двухлопостной винт постоянного шага
Силовая установка	2хПД (4, 5, 7.5) л. с. с ВВ
Взлетный вес, кг	35 ÷ 75
Вес полезной нагрузки max, кг	5 ÷ 20
Скорость, км/ч	35 ÷ 150
Время полета, час	2 ÷ 4
Высота полета, м	30 ÷ 5000
Взлет	прыжкового типа со стартового устройства
Посадка	Вертикальная или с пробегом

Рис. 3. Общий вид БЛА комплекса “Пчелка-А”

БЛА семейства “Пчелка” обладают высокой унификацией агрегатов и систем планера. Фюзеляж, оперение, шасси и силовая установка практически неизменны для всех БЛА семейства “Пчелка”, что значительно снизит трудоемкость создания мастер-геометрии БЛА семейства.

К началу разработки мастер-геометрии известны такие исходные данные: принятые к дальнейшему проектированию общие виды БЛА всех типов семейства “Пчелка” (рис. 1-3); тип и геометрия аэродинамических профилей; состав размещение и габаритные размеры силовой установки, БРЭО и аппаратуры полезной нагрузки; правила формирования некоторых зон планера (например, были сформулированы общие принципы сопряжения поверхности крыльев с поверхностью фюзеляжа и т.п.). В качестве неизвестных на начальный момент параметров считались геометрия крыльев и углы их установки, взаимное расположение крыльев, геометрия ротора, геометрия органов управления, параметры поперечного сечения цилиндрической части фюзеляжа, общий вид и законы построения носовой и кормовой частей фюзеляжа.

В связи с тем, что агрегаты БЛА семейства “Пчелка” однотипны методика создания их мастер-геометрии аналогична.

Формирование мастер-геометрии агрегатов планера БЛА выполняется с учетом требований аэродинамики, принятых на этапе эскизного проектирования конструктивно-технологических решений, и законов формирования поверхностей в системе CAD/CAM/CAE/PLM CATIA V5.R16.

Аэродинамические поверхности планера БЛА (переднее крыло, заднее крыло, вертикальное оперение, лопасти ротора) моделировались с использованием эталонной поверхности теоретического обвода. Она представляла собой линейчатую поверхность, ассоциативно созданную с контурами корневого и концевого аэродинамических профилей.

Моделирование поверхностей органов управления выполнялось путем выделения участков эталонной поверхности, приходящихся на зону расположения руля в отдельный геометрический блок с одновременным формированием необходимых конструктивных зазоров. На следующем шаге моделировались носок рулевой поверхности и стенка щели в неподвижной части крыла.

Завершением создания мастер-геометрии крыльев и оперения является моделирование их законцовок.

На рис. 4 показан набор обводообразующих и вспомогательных кривых, необходимых для построения мастер-геометрии крыла планера БЛА, и собственно мастер-геометрия переднего крыла. На рис. 5 изображена готовая, полностью параметричная и ассоциативно связанная с другими агрегатами планера мастер-геометрия переднего крыла. Методика создания мастер-геометрии заднего крыла, вертикального оперения, а также лопастей ротора для БЛА комплекса “Пчелка-А” аналогична описанной выше методике.

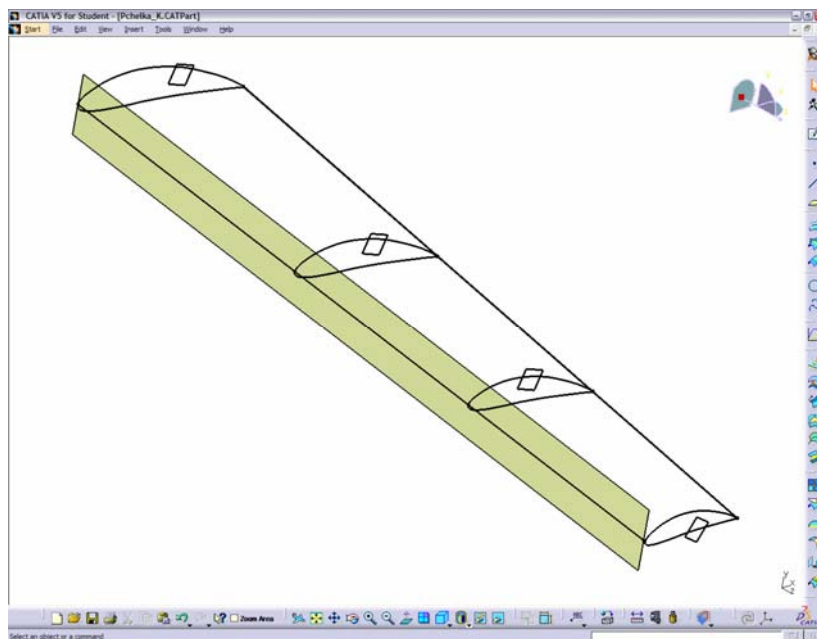


Рис. 4. Набор обводообразующих и вспомогательных кривых крыла планера БЛА

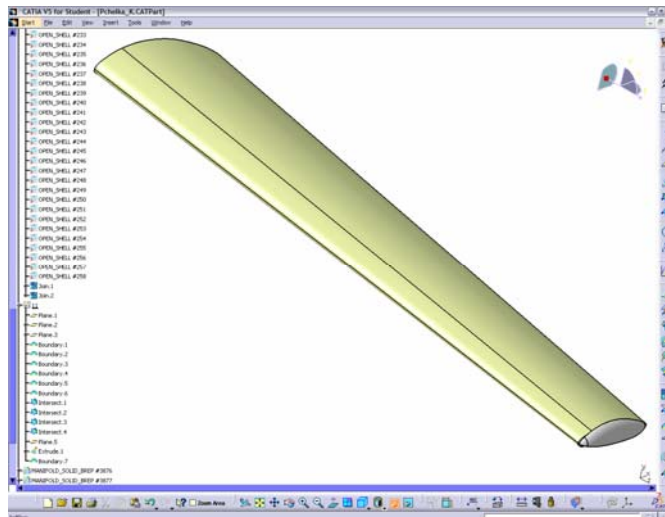


Рис. 5. Мастер-геометрия крыла планера БЛА

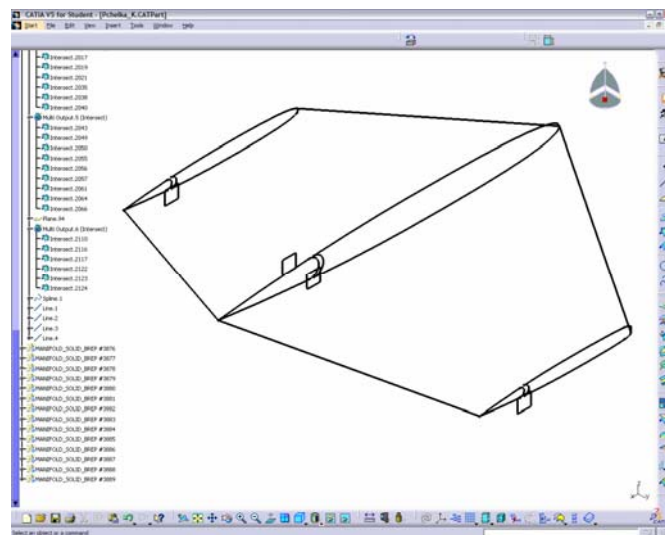


Рис. 6. Набор обводообразующих и вспомогательных кривых вертикального оперения планера БЛА

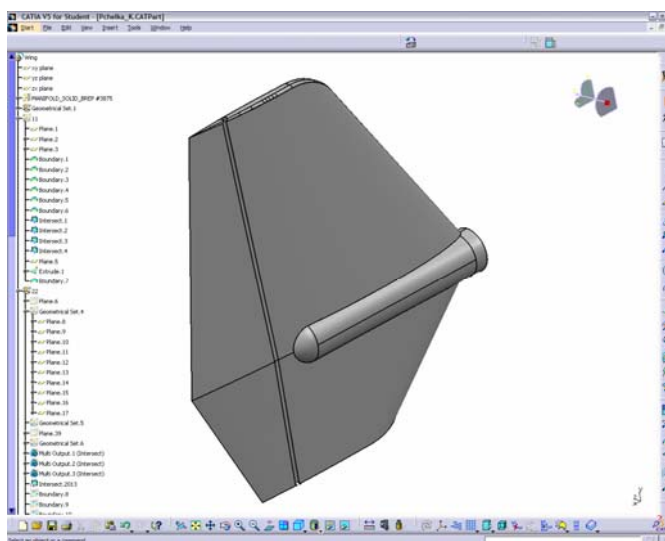


Рис. 7. Мастер-геометрия вертикального оперения планера БЛА

При создании мастер-геометрии фюзеляжа БЛА семейства “Пчелка” общую модель разделяли на три части: носовую, цилиндрическую и кормовую.

Мастер-геометрия цилиндрической части фюзеляжа представляет собой линейчатую поверхность, построенную между двумя профилями поперечного сечения. Профили поперечного сечения фюзеляжа выполняли полностью параметрическими со взаимно согласованными параметрами. Одновременно они являлись начальными сечениями для построения поверхностей носовой и кормовой частей фюзеляжа.

Исходными данными для построения мастер-геометрии носовой части фюзеляжа стали наборы кривых, которые описывают следующие конструктивные элементы: форму поперечного сечения теоретического обвода в зоне цилиндрической части фюзеляжа, нулевой батокс и нулевую горизонталь.

Переход от близкой к прямоугольной формы цилиндрической части фюзеляжа к круглой форме носовой части осуществлялся с помощью вспомогательных трехмерных кривых, задающих схему перехода радиусов. Вспомогательную кривую строили методом комбинированного проецирования ее плановой и боковой проекций.

В связи с тем, что выбранный метод построения поверхностей носовой части фюзеляжа имеет множество решений, необходима операция контроля полученной в результате построения мастер-геометрии на отсутствие «завала» или «выпучивания» поверхности. Для этого выполнялось построение семейства контрольных плоскостей (как произвольной ориентации, так и параллельных плоскостям шпангоутов, батоксов и горизонталей). Результат пересечения любой контрольной плоскости с поверхностями носовой части фюзеляжа представляет собой ассоциативно связанную с ними контрольную кривую. Встроенными в систему CAD/CAM/CAE/PLM CATIA V5.R16 средствами анализа кривой выполнялся анализ контрольных кривых и осуществлялась корректировка исходного набора генерирующих кривых. Помимо этого, для контроля качества построенных поверхностей использовали и встроенный аппарат анализа поверхностей.

На рис. 8 и 9 изображены наборы обводообразующих и вспомогательных кривых, необходимых для построения мастер-геометрии фюзеляжа БЛА семейства “Пчелка”, и готовая, полностью параметричная мастер-геометрия фюзеляжа.

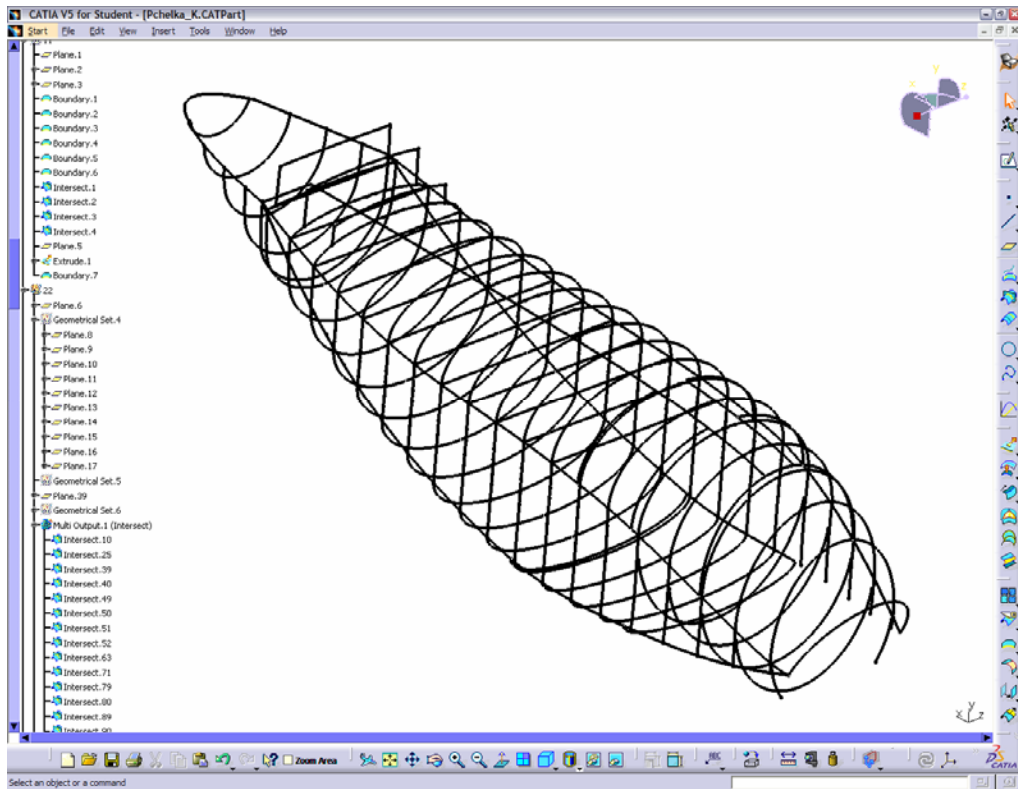


Рис. 8. Набор обводообразующих и вспомогательных кривых фюзеляжа БЛА

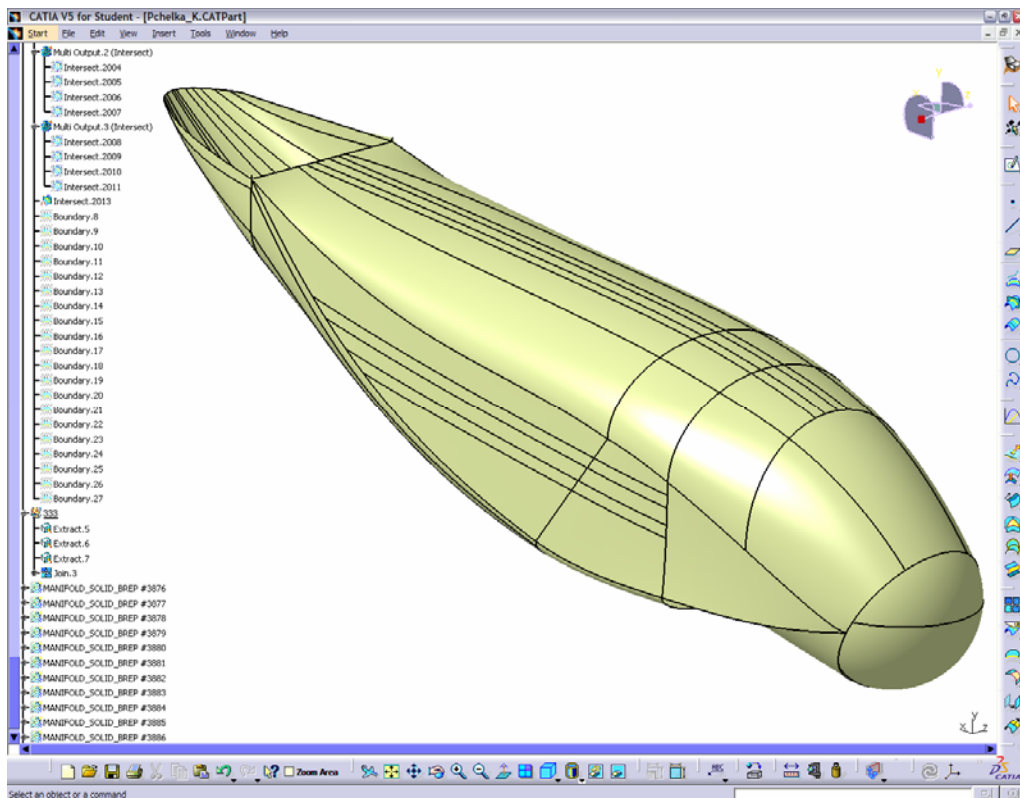


Рис. 9. Мастер-геометрия фюзеляжа БЛА

На рис. 10, 11, 12 показаны мастер-геометрия БЛА семейства комплексов “Пчелка”.

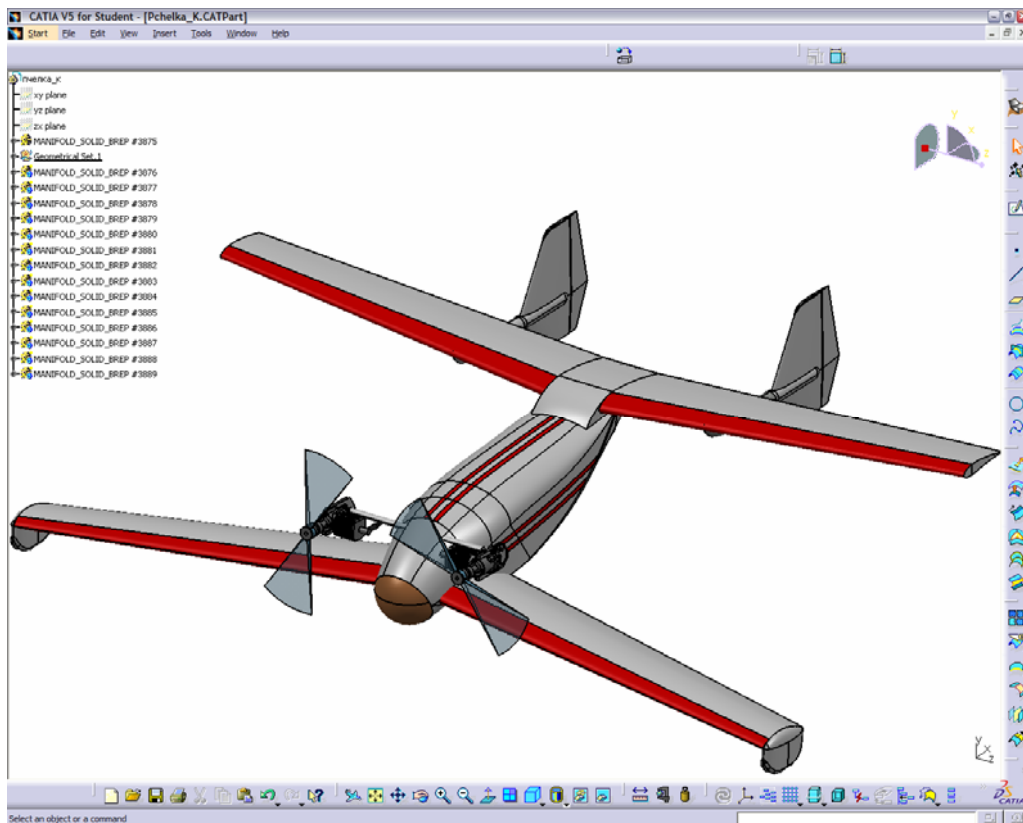


Рис. 10. Мастер-геометрия БЛА комплекса “Пчелка-К”

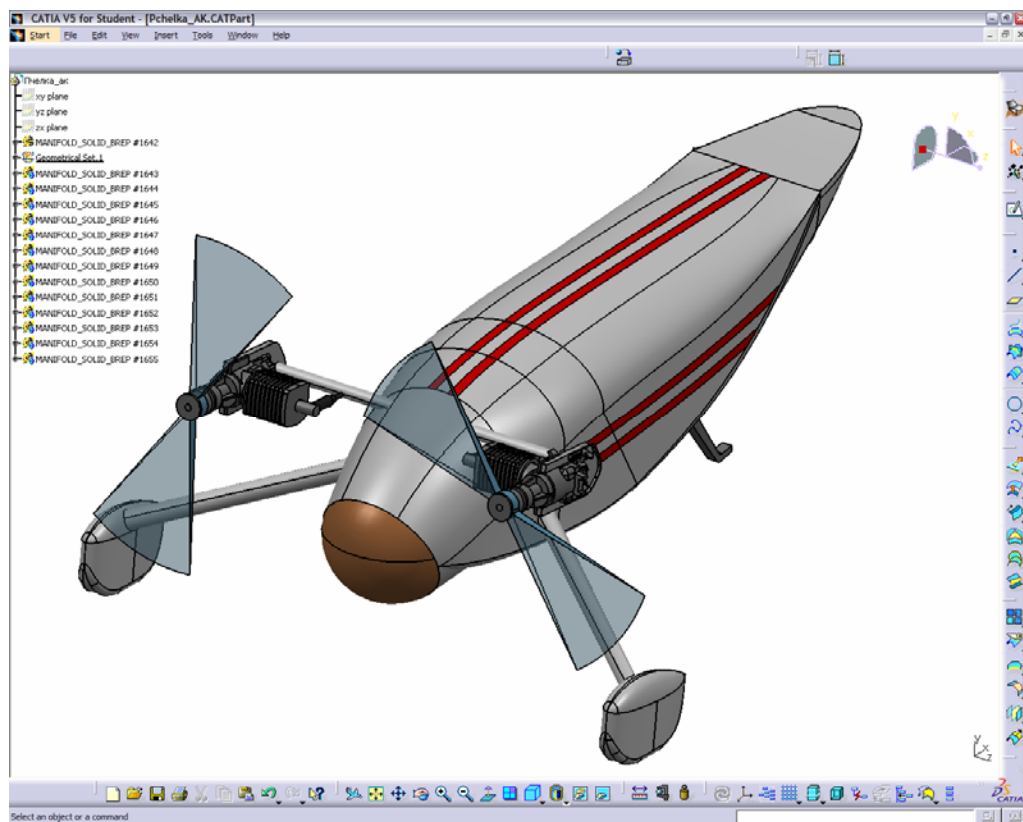


Рис. 11. Мастер-геометрия БЛА комплекса “Пчелка-АК”
(парашюан условно не показан)

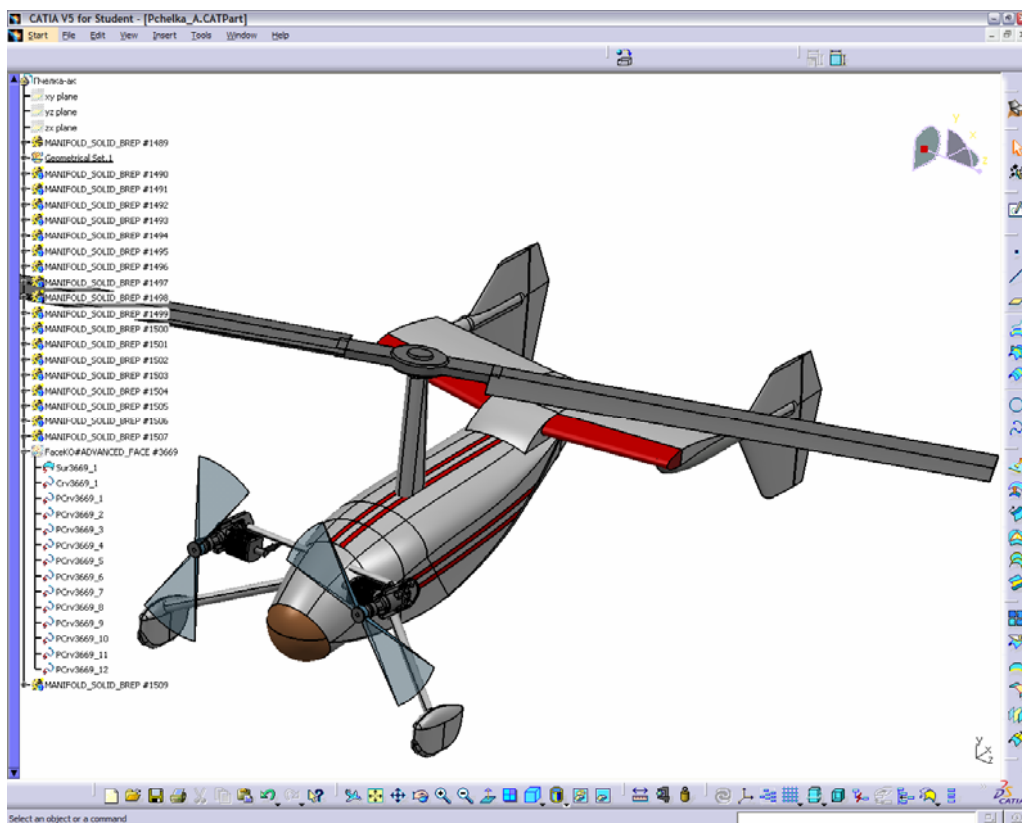


Рис. 12. Мастер-геометрия БЛА комплекса “Пчелка-А”

В результате были созданы параметрические модели мастер-геометрии БЛА семейства “Пчелка”. Такая методика позволяет начать работы по созданию мастер-геометрии до поступления полного набора исходных данных, а также дает возможность быстрого внесения изменений в модель на любой стадии проектирования и дальнейшего моделирования.

Предложенный метод формирования мастер-геометрии позволяет сделать процесс предварительного проектирования и процессы создания компьютерных моделей параллельными, взаимосвязанными, с незначительным сдвигом работ по времени.

В дальнейшем разработанная мастер-геометрия БЛА семейства “Пчелка” используется для создания модели распределения пространства и модели полного определения изделия. При этом благодаря предложенной методике создания полностью параметричной мастер-геометрии возможно внесение изменений в базовую мастер-геометрию на любой стадии моделирования.

Список литературы

1. Формирование облика многофункционального беспилотного авиационного комплекса гражданского назначения / Белый В. Д., Мялица А. К., Гребеников А. Г., Черановский В. О., Парфенюк В. В. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х.: НАКУ «ХАИ». - 2001. - Вып. 9. - С. 3-16.
2. Кашафутдинов С.Т., Лушин В.Н. Атлас аэродинамических характеристик крыловых профилей. – Новосибирск: СИБНИА, 1994. – 75 с.