

## **Концепция создания спортивной дистанционно пилотируемой модели планера**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Обоснована актуальность проблемы создания спортивной дистанционно пилотируемой модели планера. Сформулированы требования к БПЛА. Изложены принципиальные решения, составляющие основу концепции создания легкого беспилотного планера малой дальности.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, сервопривод, общий вид модели, пилотирование, композиты.

Необходимость создания спортивной модели планера определяется стремительным ростом количества авиационных спортсменов в мире и, как следствие, повышением качества пилотирования радиоуправляемых моделей планеров, что увеличивает конкуренцию в данном виде деятельности и требует повышения летных характеристик моделей для достижения лучших результатов и поддержания конкурентоспособности украинских летчиков беспилотной авиации.

Применение новой модели планера должно обеспечить лучшие по сравнению с существующими моделями аэродинамические характеристики, увеличение продолжительности полета, увеличение маневренности при полете в посадочном режиме и повышение скорости старта. Старт производится с леера длиной 150 метров. В режиме соревнований затажку модели выполняют два помощника.

Легкий дистанционно пилотируемый планер по сравнению с ранее созданными моделями должен удовлетворять ряду требований: взлетную массу необходимо снизить на 20...30%; время, затрачиваемое на подготовку к полету, должно снизиться в 1,5-2 раза; необходимо, чтобы планер превосходил существующие аналоги по скороподъемности в восходящих потоках воздуха и по скорости полета в скоростном режиме (при убранной механизации крыла).

Проектирование и создание модели с требуемыми характеристиками представляют собой сложную научно-техническую проблему по ряду основных направлений развития авиации – аэродинамике, устойчивости и управляемости, конструкции, прочности, весовому совершенству.

Такая целевая комплексная программа обеспечения высокого научно-технического уровня совершенства была разработана и реализована путем создания дистанционно пилотируемого планера малой дальности.

Достижение указанных целей осуществлено на основе разработанных новых концепций:

- по аэродинамике – разработка и создание аэродинамической компоновки и достижение высокой чистоты поверхностей модели с существенным уменьшением коэффициента лобового и индуктивного сопротивления;

- по весовому совершенству – разработка и создание конструкции планера и систем, превосходящих по весовой отдаче существующие аналоги на 25...30% благодаря применению передовых технологий в области композиционных материалов;

- по прочности – разработка и создание конструкции планера и систем, которая при требуемой весовой отдаче выдерживает перегрузки на старте до 50

единиц, что позволяет существенно увеличить высоту старта модели;

- по управляемости – увеличение маневренности по каналам тангажа и крена, что существенно облегчает пилотирование и психологическую нагрузку на пилота.

В связи с отсутствием аналитических методов проектирования данных типов летательных аппаратов определение схемы и геометрических размеров проводим, основываясь на данных существующих моделей планеров. Подобные модели показаны на рис. 1-3.

Размах крыла-3400мм  
 Площадь крыла-72.72дм<sup>2</sup>  
 Вес полетный:  
 стекло 1900-2100гр  
 уголь 2300-2400гр  
 Профиль крыла:  
 МН-32  
 Профиль стаба:  
 НАСА-009  
 Нагрузка- от 26.1гр/дм<sup>2</sup>  
 Формовка плоскостей:  
 стекло-негех-стекло  
 стекло-уголь-негех-стекло  
 Стабилизатор  
 стекло-бальза-стекло  
 Носовая часть фюзеляжа.  
 стекло-микс (кевлар/уголь)

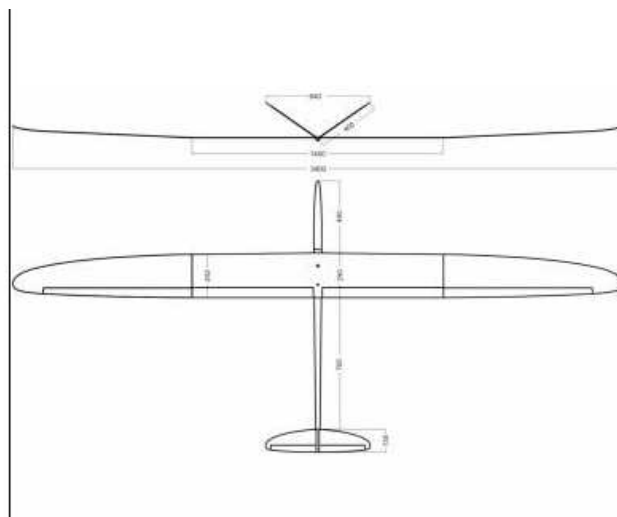


Рис. 1. Планер Alesis 3.4

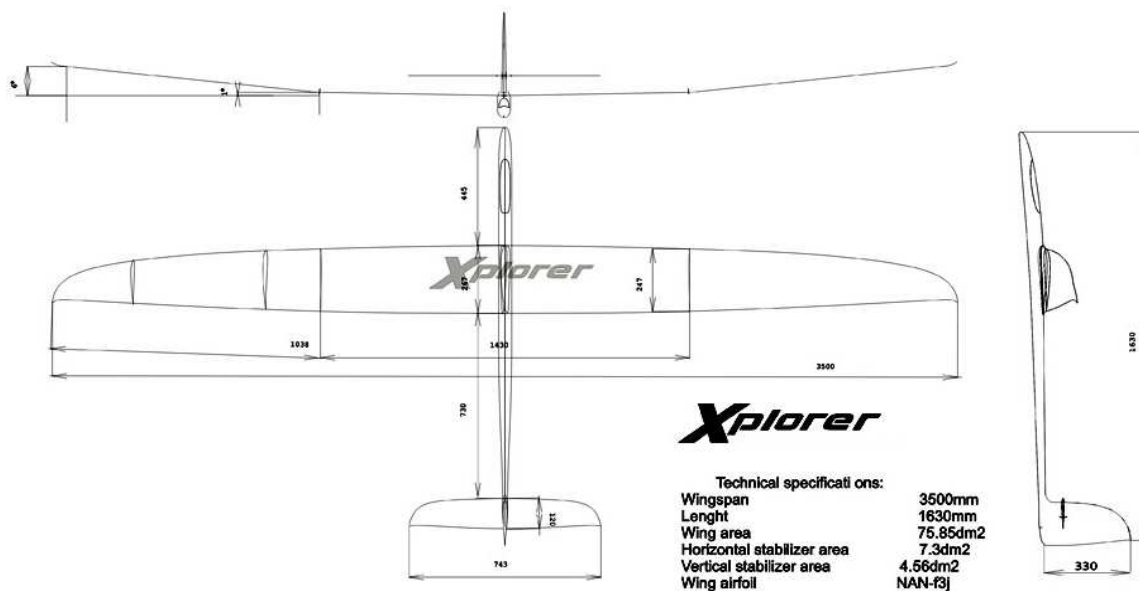


Рис. 2. Планер Xplorer

Масса модели Xplorer составляет 1900 г.

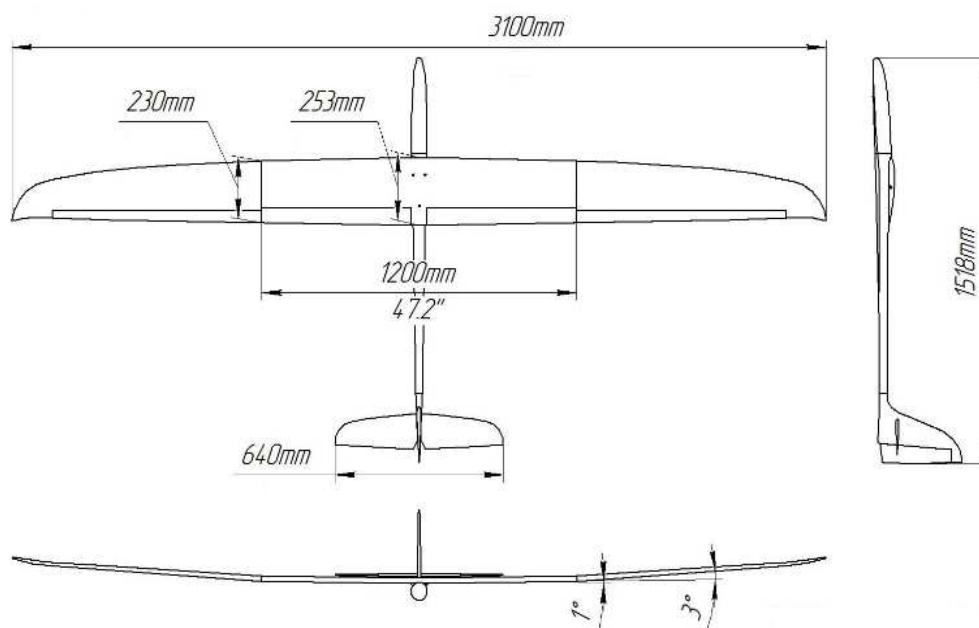


Рис. 3. Планер Graphite 2

Полетная масса модели Graphite 2 составляет 1920 – 2100 г в зависимости от используемого материала крыла. Площадь крыла  $S = 64,5 \text{ дм}^2$ .

Разработаны методы реализации предложенных концепций при создании беспилотного летательного аппарата с высоким уровнем летных характеристик, а именно использование новейшей углеткани, полученной путем раскатки угольного ровинга IMS 65 и укладки полученных полос с углами армирования  $[\pm\varphi^\circ]$ . Данная технология позволила создать ткань толщиной 0,02мм, имеющую массу 39 граммов на квадратный метр.

На основе этих методов и статистических данных была создана модель планера классической схемы со взлетной массой  $m = 1,46 \text{ кг}$ , с размахом крыла  $l = 3,4 \text{ м}$  и площадью несущей поверхности  $S = 0,69 \text{ м}^2$ .

Для обеспечения требований аэродинамики все несущие поверхности имеют эллиптическую форму в плане, на крыле реализована аэродинамическая и геометрическая крутки. Площадь миделя фюзеляжа имеет минимально возможное значение, которое позволяет вписать в контур сервоприводы управления цельноповоротным горизонтальным оперением и рулем направления, бортовой аккумулятор и приемник. Сервоприводы и оборудование расположены вдоль оси фюзеляжа, что позволило реализовать площадь миделя  $S_{M\phi} = 21,75 \text{ см}^2$ .

Хвостовая балка выполнена из углепластика, имеет сужающееся круглое сечение. Внутри расположены тяги-боудены, управляющие хвостовым оперением.

Исходя из статистических данных была принята удельная нагрузка на крыло и на основе полученных навыков при работе с новым типом углеткани уменьшена на 20% по сравнению с аналогичными моделями.

$$P = 21 \text{ г} / \text{дм}^2, \quad S = \frac{m \cdot g}{10 \cdot P} = \frac{1,46 \cdot 9,81}{10 \cdot 21} = 0,68 \text{ м}^2$$

Важнейшая величина, влияющая на аэродинамическое качество и коэффициент подъемной силы летательного аппарата, – удлинение крыла. С ростом удлинения крыла повышается аэродинамическое качество, уменьшается индуктивное сопротивление, однако увеличивается масса конструкции. Среднестатистическое удлинение крыла спортивных моделей планеров

аналогичного типа принимает значение  $\lambda = 15,65$ .

Для данной модели принимаем максимальное удлинение крыла среди планеров - аналогов  $\lambda = 16,5$ . Тогда размах крыла будет иметь величину:

$$l = \sqrt{\lambda \cdot S} = \sqrt{16,5 \cdot 0,68} = 3,35 \text{ м}$$

Опытным путем, посредством изменения углов армирования материала, их комбинаций в конструкциях лонжерона и панелей и последовательности укладки слоев были построены и испытаны, вплоть до разрушения, несколько вариантов конструкций крыла. В результате работы выбраны оптимальные, выдерживающие стартовые и посадочные нагрузки параметры и комбинации используемых материалов.

Геометрические размеры оперения вычисляем аналогичным образом, плечо до горизонтального оперения выбираем на основе статистических данных.

Закрылки и элероны выполняем по всему размаху крыла, что увеличивает управляемость и позволяет изменять геометрию профиля для перехода в скоростной (подъем механизации на 1,5 мм по задней кромке от нейтрального положения), термический ("загрузка" профиля крыла путем опускания механизации на угол, определяемый пилотом в зависимости от погодных условий) и посадочный режимы по всему размаху крыла. Триммеры не предусмотрены, поскольку цифровое оборудование, используемое в системе управления моделями спортсменов, позволяет триммировать модель в полете непосредственно с помощью рулевых поверхностей, отклоняя их на очень небольшой угол.

Стабилизатор и руль направления имеют наборную конструкцию и обтягиваются специальной пленкой, что позволяет снизить массу хвостовой части и момент инерции модели по каналу тангажа, что играет немаловажную роль на посадке, так как посадка производится на точность с последующим замером расстояния от точечной цели до носика модели. Носок фюзеляжа имеет немного загнутую вниз форму для обеспечения точности посадки (модель по сути втыкается в землю). В результате проектирования получаем геометрический облик планера (рис. 4).

Центроплан выполнен из углепластика и конструкционного пенопласта методом холодной формовки. Конструктивно - силовая схема состоит из силового лонжерона и верхней и нижней панелей. Закрылки и элероны формируются отдельно от кессона крыла, а затем навешиваются на тканевой петле по всему размаху рулевой поверхности. Консоли крыла менее нагружены и выполняются аналогичным методом, но с использованием стекловолна вместо угля, поскольку некоторые наименования стеклоткани имеют меньшую погонную массу, чем уголь, и требуют меньшее количество смолы для пропитки, что позволяет снизить массу конструкции.

Примененные новые виды композиционных материалов обеспечили снижение массы конструкции на 23% относительно существующих прототипов.

На модели применена электродистанционная система управления. Планер имеет шесть рулевых поверхностей: два элерона, два закрылка, руль направления и цельноповоротное горизонтальное оперение. Сервоприводы хвостового оперения расположены в носовой части фюзеляжа, а рулевые машинки управления механизацией крыла – непосредственно в крыле. Доступ к сервоприводам крыла осуществляется через лючки на нижней панели обшивки, а к сервоприводам оперения – через лючок на фюзеляже. Приемник расположен в фюзеляже под крылом, а аккумулятор – в носовой части фюзеляжа и выполняет

одновременно и функцию центровочного балласта.

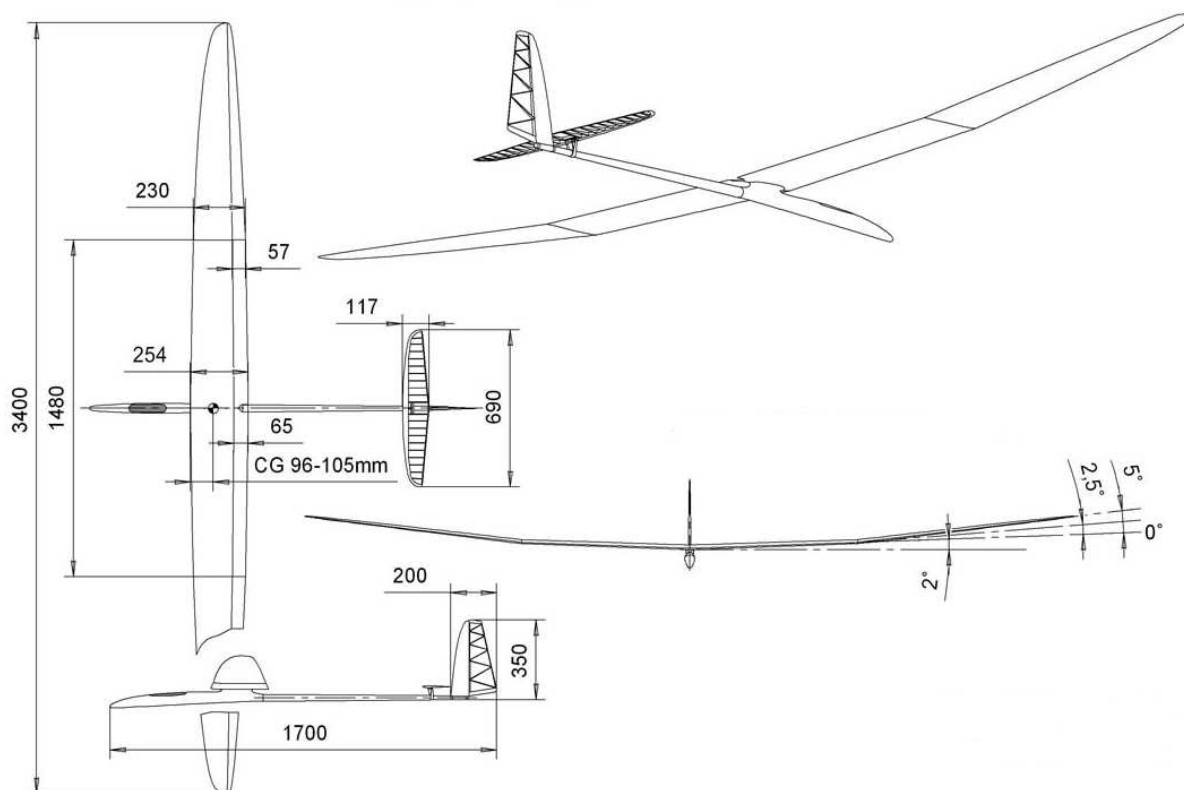


Рис. 4. Общий вид модели планера

Для сборки модели и подготовки её к полету могут использоваться три варианта штырей, соединяющих центроплан и консоли с различными углами:  $0^\circ$ ,  $2.5^\circ$ ,  $5^\circ$  поперечного V, что позволяет каждому пилоту подобрать на свой вкус характеристики устойчивости планера.

На случай полетов при сильном ветре в модели предусмотрена балластная камера для загрузки планера до необходимой, по мнению пилота, массы.

Возможность отклонения закрылков до угла  $80^\circ$  позволило снизить скорость полета на посадочном режиме до  $3 \text{ м/с}$  и производить очень точные посадки даже в сложных погодных условиях.

Мастер-геометрия спортивной модели планера показана на рис. 5.

### Выводы и заключение

Применение новейших технологий в области композиционных материалов позволило снизить массу конструкции и, соответственно, увеличить время полета даже в слабых восходящих потоках воздуха по сравнению с существующими моделями. Данный планер обрел большую популярность среди опытных летчиков беспилотной авиации и применяется многими модельстами для достижения высоких результатов на соревнованиях международного класса.

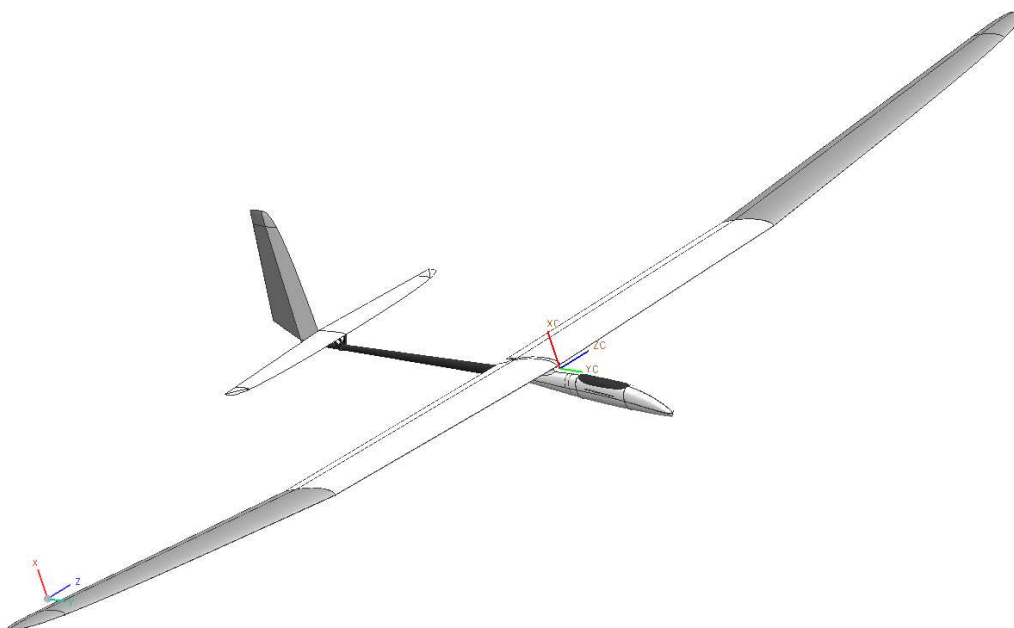


Рис. 5. Мастер-геометрия спортивной модели планера

**Рецензент:** кан-т техн. наук, доцент, начальник конструкторского отдела Е.Т. Василевский, Государственное предприятие «АНТОНОВ», г. Киев.

Поступила в редакцию 16.10.12

## **Концепція створення спортивної дистанційно пілотованої моделі планера**

Обґрунтовано актуальність проблеми створення спортивної дистанційно-пілотованої моделі планера. Сформульовано вимоги до БПЛА. Викладено принципи рішення, що становлять основу концепції створення легкого безпілотного планера малої дальності.

**Ключові слова:** безпілотні літальні апарати, сервопривід, загальний вигляд моделі, пілотування, композити.

## **The concept of establishing a light short-range UAV**

The urgency of the problem of creating sports remotely piloted glider model. The requirements to the UAV. Sets out policy decisions that underlie the concept of light unmanned short range glider.

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, the actuator, the overall view of the model, piloting, Composites.