

УДК 629.7

**ПЕРВЫЙ В ТАГАНРОГЕ. МАЛОРАЗМЕРНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ  
НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЛАНХ-2000****Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.***ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

В начале 2000 года ОНТТЭ «Ювенал» совместно с кафедрой летательных аппаратов Таганрогского государственного радиотехнического университета (ТРТУ) приняли совместное решение о поэтапном выполнении проекта «Разработка системы беспилотных малоразмерных высокотехнологичных летательных аппаратов с дистанционным управлением широкого назначения (для использования в регионах северного Кавказа и Поволжья) в рамках Программы «Разработка и реализация Федерально-Региональной политики в области науки и образования» в соответствии с разделом «Содействие развитию научно-технического потенциала регионов страны и уникальных объектов системы образования» путем участия в ежегодно проводимых Министерством образования РФ конкурсах.

**Ключевые слова:** малоразмерные летательные аппараты (МЛА) народно-хозяйственного применения, целевая нагрузка, аэродинамические характеристики, аппаратура и оборудование

**FIRST IN TAGANROG. SMALL-SIZED AIRCRAFTS ECONOMIC USAGE  
MLANH-2000****Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.***ONTTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

In early 2000, ONTTE «Juvenal» together with the Department of aircraft Taganrog State University (TSURE) made a joint decision to phase implementation of the project «Development of small-sized high-tech unmanned aerial vehicles with remote control general-purpose (for use in the North Caucasus and the Volga region ) in the framework of the «Development and implementation of the Federal Regional policy in the field of science and education», in accordance with section «Promoting scientific and technological potential of the country's regions and the unique educational facilities» through participation in the annual Ministry of Education of the Russian Federation competitions.

**Keywords:** small-size aircraft (LAM) economic usage, target load, aerodynamic characteristics, hardware and equipment

В 70-е годы минувшего столетия в Советском Союзе студенческие конструкторские бюро (СКБ) авиационных ВУЗов создали и испытали множество образцов дистанционно пилотируемых малоразмерных летательных аппаратов (МЛА) народно-хозяйственного применения, которые, имея далеко не совершенную аппаратуру управления и целевого применения, показали высокую эффективность при выполнении задач гражданского назначения.

Так, в 1978 году над полями Молдавии испытывались телепилотируемые (дистанционно пилотируемые) МЛА, спроектированные и построенные в СКБ Московского авиационного института (МАИ) им. С. Орджоникидзе. Площадь 150 га малоразмерный летательный аппарат обрабатывал всего за один час (для сравнения: стоимость обработки одного гектара МЛА составляла тогда 4 – 6 копеек, а обработка сельскохозяйственным самолетом Ан-2 – от 80 до 90 копеек).

Тогда же на эти работы обратили самое пристальное внимание авиамodelисты – экспериментаторы нашего города. Они получили реальное подтверждение своих давних намерений – использовать авиамodelи

для выполнения народнохозяйственных задач. Родство радиоуправляемых моделей и МЛА было явным.

**Тернистый путь воплощения**

В последующие годы, теперь уже от имени юридического лица (ОНТТЭ «Ювенал»), без лишнего шума и рекламы мы продолжали настойчиво изучать, анализировать бесценный опыт создания МЛА и готовить новаторские предложения для авиационных кафедр наших ВУЗов. Разработанные темы вносились для дипломных и конкурсных проектов БЛА преимущественно гражданской сферы применения. Наиболее неясные вопросы, новые идеи воплощались и отрабатывались на летающих моделях и затем рекомендовались к дальнейшей разработке в дипломных проектах.

Инициатива ОНТТЭ «Ювенал» по разработке дипломных проектов БЛА и МЛА была поддержана Генеральным директором – Генеральным конструктором ОАО ТАНТК им. Г.М. Бериева, заведующим кафедрой летательных аппаратов ТРТУ Г.С. Панатовым. Он подчеркивал важность и перспективность работ в этом направлении.

Но даже после получения кафедрой ЛА финансовых средств на проектирование аппарата МЛАНХ-2000 желающих участвовать в выполнении расчетно-графических работ по определению облика и характеристик аппарата, разработке конструкции планера и его систем, выпуске рабочих чертежей среди студентов и аспирантов университета в то время, к сожалению, так и не оказалось. Для постройки аппарата МЛАНХ-2000 не удалось найти и привлечь молодежь из числа студентов и аспирантов с умениями и навыками работы столярным, слесарным инструментом, умеющих работать на токарном, фрезерном оборудовании.

Сроки выполнения договора неумолимо приближались, поэтому все работы по проектированию аппарата, включая выполнение предпроектных исследований, разработку технического задания, разработку эскизного проекта, выпуск рабочей документации, постройку аппарата МЛАНХ-2000, подготовку проекта переносного комплекса воздушного мониторинга «Альтаир-01» на основе аппарата МЛАНХ-2000, пришлось выполнять инициаторам проекта. Как и своими руками изготавливать оснастку и различные узлы аппарата. Из-за отсутствия помещения часть работ выполнялась в домашних условиях, а общую сборку аппарата пришлось заказывать одному из руководителей кружков дополнительного образования. Но, несмотря на всякого рода трудности, аппарат МЛАНХ-2000 был построен в объеме выделенных на эти цели средств и передан в ТРТУ на испытания.

#### **Назначение и требования к аппарату**

Малоразмерный летательный аппарат народно-хозяйственного применения. МЛАНХ-2000 был предназначен для:

1. измерения температуры, влажности окружающей среды и передачи снимаемых параметров состояния атмосферы на землю;
2. исследований климатических явлений с целью прогнозирования чрезвычайных ситуаций;
3. взятия проб воздуха в приземных слоях атмосферы.

Требования, предъявляемые к летательному аппарату:

Максимальный размер агрегатов аппарата в растыкованном состоянии – не более 1700 мм.

Полетная масса – не более 7 кг.

Масса целевой нагрузки – 2 кг.

Высота полета – до 500 м.

Потребная дистанция для взлета и посадки в условиях стандартной атмосферы – не более 200 м.

Продолжительность полета – 0,5 ч.

Аппарат должен летать на заданной высоте и быть полностью управляемым в пределах видимости.

Аппарат должен иметь конструкцию, позволяющую перевозить его в разобранном на агрегаты состоянии в легковом автотранспорте с последующей сборкой в полевых условиях, с минимальным объемом подготовительных работ к вылету на задание.

Аппарат должен иметь конструкцию с достаточным ресурсом, обеспечивающим не менее 10 посадок, ремонтпригодную в полевых условиях силами специалистов средней квалификации.

Конструкция аппарата должна обеспечивать быструю и безопасную заправку топливом в полевых условиях, удобную и простую замену аккумуляторов с обеспечением надежности электрического контакта всех электроцепей и возможностью их проверки.

На аппарате должны быть предусмотрены легкодоступные выключатели питания целевой нагрузки, аппаратуры связи, управления и навигации. Допускается использование объединенного выключателя питания всей бортовой аппаратуры.

Конструкция аппарата должна обеспечить быструю замену силовой установки в полевых условиях.

Аппарат должен быть оснащен дистанционными средствами управления по курсу, крену, тангажу, дросселем силовой установки, а также средствами дистанционного включения и выключения аппаратуры целевого назначения.

Средства управления аппаратом должны обеспечивать устойчивый полет с сохранением заданной высоты над сушей и водной поверхностью.

Состав целевой нагрузки аппарата должен включать в себя:

- микротермометр с линией передачи данных на Землю;
  - высотомер барометрического или иного принципа действия;
  - измеритель влажности воздуха;
  - средства для взятия проб воздуха.
- Отсек целевой нагрузки должен иметь габариты не менее:
- длина – 400 мм,

- высота – 100 мм,
- ширина – 80 мм.

Конструкция аппарата должна обеспечить быстрый и безопасный монтаж, демонтаж и замену целевой нагрузки, ее осмотр перед полетом и после его выполнения.

На борту аппарата должны быть предусмотрены узлы для:

1. обеспечения разгона аппарата перед взлетом катапультной или стартовым амортизатором;

2. обеспечения установки средств безопасной посадки на грунтовые полосы.

Средства наземного обслуживания должны обеспечивать качественное и высокопроизводительное техническое обслуживание аппарата на грунтовых площадках в полевых условиях с соблюдением мер защиты окружающей среды.

В соответствии с предъявляемыми требованиями был спроектирован и построен малоразмерный летательный аппарат народно-хозяйственного применения МЛАНХ-2000, который имел следующую конструкцию.

### Описание конструкции

Малоразмерный летательный аппарат народно-хозяйственного применения МЛАНХ-2000 выполнен в модульно-блочном варианте по схеме моноплан с верхним расположением крыла и Т-образным оперением, с силовой установкой в мотогондоле, закрепленной на пилоне над фюзеляжем в месте разъема крыла.

Шасси на аппарате отсутствовало. На фюзеляже для посадки на грунт и травяное покрытие была предусмотрена лыжа.

Конструктивно аппарат представлял собой деревянно-пластиковую конструкцию с широким использованием деталей из композитов.

Все агрегаты аппарата имели возможность расстыковки и замены в полевых условиях.

Установка винтомоторной группы на пилоне над фюзеляжем позволяла размещать в носовой части аппарата целевую нагрузку, в том числе датчики, выводимые в невозмущенный поток воздуха перед носовой частью фюзеляжа. Это решение позволяло создать более комфортные условия для работы целевой нагрузки. Отдаление ее от вредных влияний работы силовой установки способствовало более свободному доступу к аппаратуре.

Из необходимости многочасового ресурса работы конструкции аппарата с одно-

временным снижением затрат на его производство фюзеляж аппарата выполнялся наборным, состоящим из продольного набора – деревянных лонжеронов, а также поперечного набора – фанерных шпангоутов. Сверху фюзеляж был обшит пластинами из бальзы на цианакриловом клее и покрыт специальной полимерной пленкой с возможностью ее термоусадки.

Носовая часть аппарата была снабжена съемным обтекателем, выклеенным по болванке из стеклоткани на эпоксидном связующем. В местах усиления фюзеляжа были применены детали из стеклопластика.

Крыло – наборной конструкции, выполнено по однолонжеронной схеме с задней стенкой. Продольным набором крыла являлись лонжероны, представляющие собой полки со стенкой. Полки выполнены из прямослойной сосны с усилением органолокном на эпоксидном связующем. Поперечным набором являлись нервюры из бальзовых пластин. Задняя стенка, к которой прикреплены узлы навески элеронов из алюминиевого сплава, как принадлежность продольного набора также была усилена органолокном на эпоксидном связующем. Крыло, имея специальные фрезерованные узлы, крепилось к узлам внутри фюзеляжа, выполненным из алюминиевого сплава, посредством винтов, образуя легкоразъемное в полевых условиях соединение. Разъем крыла у правой и левой боковин фюзеляжа производился путем отвинчивания двух винтов внутри фюзеляжа через специальные лючки с последующим удалением корневых частей крыла из гнезд его крепления.

Верхняя и нижняя поверхности носовых частей крыла до лонжерона с целью сохранения более точных теоретических обводов профиля крыла и повышения прочности были обшиты листовой бальзой. Обшивка всего крыла, верх и низ, выполнена из полимерной пленки с возможностью ее термоусадки.

Горизонтальное оперение (ГО) выполнено наборным по однолонжеронной схеме со стенкой, на которую посредством специальных узлов навешивался руль высоты.

Обшивалось ГО спереди до лонжерона пластинами из бальзы. Окончательно ГО обшивалось специальной полимерной пленкой с возможностью ее термоусадки.

Вертикальное оперение (ВО) имело аналогичную конструкцию.

Мотогондол аппарата была выклеена из стеклоткани на эпоксидном связующем

по болванке. Внутри мотогондолы на эпоксидном связующем установлены усиленные шпангоуты, связанные между собой лонжеронами. На одном из шпангоутов посредством стального крепежа закреплена фрезерованная моторама. В пространстве за усиленными шпангоутами размещен цилиндрический топливный бак. Мотогондола с внутренними элементами и силовой установкой являлась отдельным легкозаменяемым модулем.

Управление аппаратом осуществлялось дистанционно комплектом пропорциональной радиоаппаратуры 9CAP Futaba. В её составе T9CAP PCM 1024 Futaba – передатчик и R149DP Futaba – приемник. Сигналы управления передавались по каналам курса, крена, тангажа, изменения режимов работы двигателя. Позднее для изменения режимов работы бортовой аппаратуры и целевой нагрузки, для обеспечения стабильного полета при выполнении задания в каналы управления по курсу, крену, тангажу были включены пьезогирометры GY240 по одному на каждый канал с соответствующей их ориентацией при установке. Сервоприводы S3001 Futaba управления рулем высоты, рулем направления и целевой нагрузкой были размещены в фюзеляже на специальных амортизированных платах. Сервоприводы S3001 Futaba управления элеронами размещались в крыле.

В любой момент времени с целью проверок и отработок аппаратура могла быть включена. В дальнейшем развитии аппарата МЛАНХ-2000 предусмотрена установка бортовой системы автоматизированного управления (БСАУ) с комплектом датчиков линейных положений, высоты полета, скорости, угловых скоростей, угловых отклонений.

В местах расстыковки агрегатов аппарата механическая проводка системы управления была снабжена высокоточными узлами передачи усилий, которые легко в полевых условиях отделяли одну часть проводки от другой.

Аппарат был оснащен четырехтактным двигателем O.S. Engine FS-70 II с глушителем. Двигатель был закреплен на моторама на амортизаторах внутри мотогондолы.

Топливный бак располагался выше уровня жиклера, и топливо поступало в двигатель самотеком. Была предусмотрена принудительная подача топлива из бака в двигатель под избыточным давлением, отбираемым из картера двигателя.

МЛАНХ-2000 был оснащен двухлопастным воздушным винтом диаметром 300 мм с шагом 120 мм.

В соответствии с проектом, аппарат имел отсек целевой нагрузки размером 400×100×80 мм. Отсек предназначен для размещения:

1. Микротермометра с линией передачи данных.
2. Высотомера барометрического принципа действия.
3. Измерителя влажности воздуха.
4. Аппаратуры изокинетического отбора проб воздуха.

### **Некоторые итоги предпроектных исследований**

Одним из условий малозатратной эксплуатации МЛА являлось сокращение времени на его подготовку к вылету. Различные проекты МЛА, подготовленные ОНТТЭ «Ювенал» в 2000 годах для кафедры ЛА ТРТУ г. Таганрога, представляли собой конструктивные решения, которые могут обеспечить сокращение затрат времени на их подготовку к вылету и обеспечить контроль технического состояния.

К таким решениям относятся, прежде всего, блочность, модульность и взаимозаменяемость оборудования аппарата и его агрегатов.

Так, аппарат МЛАНХ-2000 при его габаритно-массовых параметрах предусматривал поагрегатную расстыковку с возможностью замены каждого из агрегатов в полевых условиях.

Выполнение элементов фюзеляжа в виде несущих оболочек, имеющих цельнопластиковую или деревяннопластиковую конструкцию, позволяло легко их демонтировать в полевых условиях с целью обеспечения доступа к бортовому оборудованию и обеспечения ремонта самих оболочек.

ОНТТЭ «Ювенал» разрабатывало проект МЛА как вариант МЛАНХ-2000, характерной чертой которого был разъем фюзеляжа в вертикальной плоскости для возможности отделения правой или левой половины оболочки. При этом фюзеляж имел продольную в данной плоскости раму с сечением двутавра из стеклоуглепластика, на стенке которой смонтировано оборудование, а на пояса рамы были уложены кромки правой и левой оболочки, фиксируемой резьбовым крепежом. Продольная рама при этом являлась силовым элементом, вос-



принимающим маловероятный лобовой удар при отвесно-пикирующем падении аппарата на землю при нештатной посадке. Контроль состояния оборудования и его работоспособности можно было легко проводить при снятой правой и левой частях оболочки фюзеляжа с помощью переносного наземного пульта контроля систем.

В соответствии с проектом, целевая нагрузка МЛАНХ-2000 была скомпонована по модульному принципу в стандартные для данного аппарата габариты с обеспечением взаимозаменяемости как модулей, так и посадочных мест их установки. Она была легко заменяема в полевых условиях в соответствии с выполняемыми задачами. Такое техническое решение позволяло одному аппарату в течение летного дня обеспечивать выполнение широкого круга задач, различающихся как по содержанию, так и по условиям выполнения.

Конструкция МЛА в силу кажущейся простоты и малых габаритов их элементов и узлов диктует иные, более оригинальные подходы при проектировании с удовлетворением ряда противоречивых требований. Так, необходимо уделять особое внимание многофункциональности элементов конструкции аппарата, т.е. сокращению их числа за счет того, что один и тот же узел одновременно выполняет несколько функций.

В аппарате МЛАНХ-2000 в мотогондоле, расположенной над фюзеляжем, размещены двигатель с воздушным винтом, топливный бак, система топливопитания и контроля наличия топлива, а в одной из модификаций – датчик изокINETического отбора проб воздуха. В некоторых других модификациях МЛАНХ-2000 мотогондолa содержит тяговый электродвигатель с воздушным винтом, регулятор хода электродвигателя, резервный блок аккумуляторов и ряд датчиков аппаратуры целевого назначения. Мотогондолa является легкоъемной и легкозаменяемой в полевых условиях, обеспечивает возможность надежной защиты силовой установки от повреждений при посадке аппарата. Все агрегаты, расположенные в мотогондолe, доступны и легко контролируются.

Особенности проекта аппарата МЛАНХ-2000:

- элементы крепления целевой нагрузки аппарата включены в конструктивно-силовую схему фюзеляжа;
- лючки и вырезы под целевую нагрузку усилены и окантованы силовыми элементами;

- силовая установка выделена в отдельный легкосменяемый модуль;
- силовая установка закреплена в мотогондолe с использованием эластичных амортизирующих и звукопоглощающих элементов;
- на аппарате обеспечена возможность осмотра всех стыковочных узлов планера и основных элементов его системы управления;
- система спасения на борту аппарата сосредоточена на спасении дорогостоящего оборудования, а безопасность места падения самого аппарата обеспечивается парашютной системой спасения, фалы которой выдерживают перегрузку  $n \sim 10$ ;
- элементы системы спасения аппарата легко контролируемы перед каждым полетом;
- радиоэлектронное оборудование МЛАНХ-2000 и целевая нагрузка интегрированы в отдельные модули с обеспечением доступа к ним в полевых условиях и при всех видах технического обслуживания.

#### Основные технические характеристики аппарата МЛАНХ-2000

Длина, м	1,500
Размах крыла, м	2,500
Площадь крыла, м	0,700
Максимальное аэродинамическое качество	17,6
Взлетная масса, кг	6,500
Масса целевой нагрузки, кг	2,000
Масса топлива, кг	1,000
Мощность двигателя, л.с.	1,2
Диапазон скоростей, км/ч	37– 134
Радиус действия, км	5 – 20
Время полета, час	1,0
Высота полета (теоретический потолок) м	> 3000

МЛАНХ-2000 имеет диапазон рабочих скоростей, при котором он в зону критических чисел Рейнольдса (Re) 10 000 – 200 000 не попадает.

#### Заключение

Применение новых материалов и технологий, а также высокоинтегрированного бортового оборудования для МЛА способствует повышению ресурса планера и увеличению весовой отдачи аппарата, что в конечном итоге может обеспечить создание МЛА уменьшенных габаритно-массовых параметров с сохранением его важнейших характеристик.

Применение новых типов силовых установок на основе электродвигателей с про-



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

цессорным управлением позволяет обеспечивать их многократно повторные запуски и увеличивать продолжительность полета МЛА в экономичном режиме с использованием атмосферных явлений.

Разработка вопросов внедрения новых технических решений на этапах предварительного проектирования МЛА, таких как комплексирование сигналов спутниковой радионавигационной системы типа GPS с данными бесплатформенной инерциальной навигационной системы, обеспечит создание аппарата с конкурентоспособными возможностями, приспособленными для работы в хозяйственном комплексе страны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болонкин А. Теория полета летающих моделей. – М.: ДОСААФ, 1964.
2. Бадягин А.Л., Мухаммедов Ф.А. Проектирование легких самолетов. – М.: Машиностроение, 1978 .
3. Макаров Ю.В. Летательные аппараты МАИ. – М.: Изд-во МАИ, 1994.
4. Ханцев Ф. Основы общей методики конструирования (Систематизация конструирования). – Л.: Машиностроение, 1962.
5. Шмитц Н.В. Аэродинамика малых скоростей / Пер. с нем. – М.: ДОСААФ, 1963. – 59 с.
6. Журналы: «Техническая информация» ЦАГИ; «Изобретатель и рационализатор»; «Техника-молодежи»; «Знание-сила»; «Science News» (США); «Изобретения стран мира» Кл. В64С.
7. Материалы Благотворительного общества научно-технического творчества и экологии «Ювенал» города Таганрога.
8. Договор от 08 декабря 2000 г. между ректором ТРТУ Захаревичем В.Г. и Администрацией РО, Бедриком А.И. Решение Правительства Ростовской области от 04 декабря 2000г. № 46., Код темы ГРНТИ: 55.47.07., № гос. регистрации 01.20.0008487
9. Договор от 28 июня 2000 г. между Первым проректором по научной работе ТРТУ Калякиным А.И. и Начальником Северокавказского Гидрометцентра Лурье П.М. по выполнению обязательств о расширении и укреплении творческого содружества работников науки и промышленности.