

АМЕРИКАНСКИЙ КОМПЛЕКС ДПЛА SILVER FOX, ИЛИ РУССКИЙ СЛЕД «СЕРЕБРЯНОЙ ЛИСИЦЫ»

*Главный конструктор Н.В. Чистяков
НПКЦ «Новик-XXI век»*

В статье рассматривается американская беспилотная система Silver Fox, анализируются ее характеристики в сопоставлении с некоторыми отечественными разработками в этой области.

Комплекс ДПЛА "Серебряная лисица"

В Интернете появилась подробная и, видимо, достоверная информация по новейшему американскому комплексу ДПЛА Silver Fox (Серебряная лисица)¹ (Рис. 1). Представление правдивой инженерно значимой информации о зарубежных комплексах(!) ДПЛА большая редкость. Обычно даются сведения только о самом ДПЛА, причём, как правило, сугубо авиационного характера (размах крыла, масса, мощность силовой установки и т.п.). Зачастую публикуемая информация имеет рекламный характер и вводит интересующегося читателя в заблуждение. Информация же, представленная фирмой Advanced Ceramic Research из города Tucson, шт. Arizona), является приятным исключением и заслуживает самой высокой оценки. Следует отметить некоторую путаницу в понятиях "ДПЛА" (UAV) и "комплекс ДПЛА"(UAV system), встречающуюся в документах, но этот недостаток можно считать несущественным.

ДПЛА Silver Fox



Рисунок 1

Программа Silver Fox - это опытно-конструкторская разработка. Цель проектирования: разработка небольшого лёгкого, дешёвого и/или невозвращаемого беспилотного летательного аппарата, который летал бы продолжительное время автономно

¹ Silver fox - чёрнобурая лисица, чёрнобурка (англ.)

при скорости 60 узлов (*примерно 110 км/час, прим. автора*) и работал бы на топливе JP-5/JP-8 (*реактивное топливо, практически керосин, используется для турбореактивных двигателей, прим. автора*).

МиниДПЛА Silver Fox предназначен для дешёвой воздушной видовой разведки и способен нести целевую нагрузку весом до 4 фунтов (*примерно 1,8 кг, прим. автора*). Видеоизображение передаётся с ДПЛА на наземную станцию для быстрого использования. Одна наземная станция управляет десятью ДПЛА.

ДПЛА Silver Fox сконструированы по модульной схеме с легко взаимозаменяемыми (*между различными ДПЛА, прим. автора*) крыльями, модулями системы управления и целевыми нагрузками.

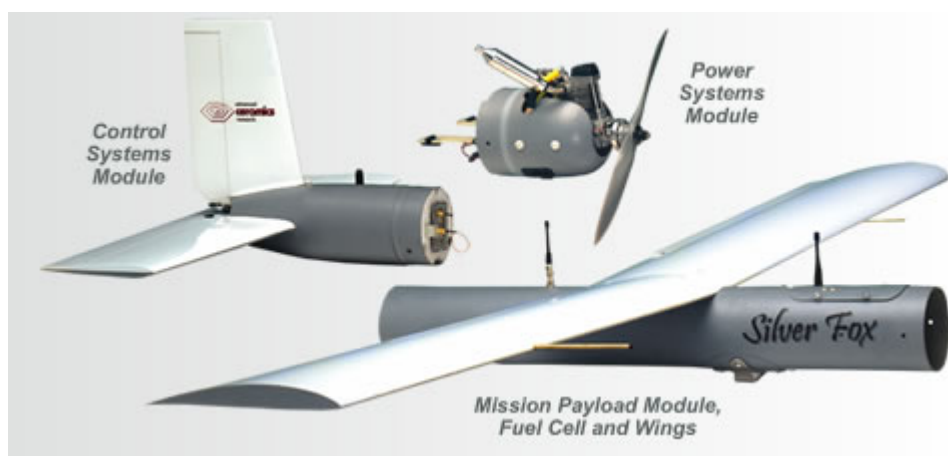


Рисунок 2

Основные особенности

- Существенная дешевизна по сравнению с другими ДПЛА;
- Модульная конструкция;
- Небольшие размеры наземной станции;
- Упаковывается в контейнер с габаритами 60"x14"x15" (*примерно 1,5м x 0,36м x 0,38м, прим. автора*);
- Совместим с унифицированной системой планирования и отображения Falcon View Flight Planning.

ДПЛА.ру располагает русскими переводами брошюры, анатомии и характеристик (спецификаций) Silver Fox. Переводы документов сверстаны по макетам англоязычных оригиналов, содержат красочные иллюстрации по составу и применению комплекса и могут быть рекомендованы читателям для предварительного ознакомления для лучшего понимания дальнейшего текста статьи.

Русский след

Когда впервые видишь фотографию ДПЛА Silver Fox, то первое возникающее впечатление, что сфотографирован отечественный ДПЛА ГранТ (Рис. 3)



Рисунок 3. ДПЛА ГрАНТ в полёте. Январь 2002 года

ДПЛА ГрАНТ и Silver Fox роднит необычная для других ДПЛА аэродинамическая схема. Как ни странно, это всего лишь классическая нормальная самолётная схема с верхним расположением крыла, Т-образным хвостовым оперением и передним расположением силовой установки с тянущим воздушным винтом. Тем не менее, в ДПЛАстроении эта аэродинамическая схема ранее практически не применялась: большинство ДПЛА мира имеют толкающий воздушный винт, двухбалочный фюзеляж и двухкилевое хвостовое оперение.

Геометрические размеры и масса обоих ДПЛА близки (см. Табл. 1)

Таблица 1

Характеристика	ДПЛА Silver Fox	ДПЛА ГрАНТ
Максимальная (номинальная) взлётная масса, кг	12,2 (11,9)	20,0 (16,8)
Размах крыла, м	2,4	3,0
Длина фюзеляжа, м	1,47	2,33
Нагрузка на крыло (максимальная), г/дм ²	130 (оценка по рисунку)	167

Silver Fox несколько меньше ГрАНТа, и, соответственно, легче.

Конструктивные схемы Silver Fox и ГрАНТа различны. ДПЛА Silver Fox сконструирован по модульному принципу, причём модулями являются разъёмные отсеки, на которые делится фюзеляж ДПЛА. Фюзеляж ГрАНТа представляет собой единую деталь (в понимании ЕСКД). Консоли крыла у обоих ДПЛА - съёмные.

В разбивке фюзеляжа Silver Fox на разъёмные отсеки мы видим нечто знакомое. Это ДПЛА "Пчела" из комплекса "Строй-П":

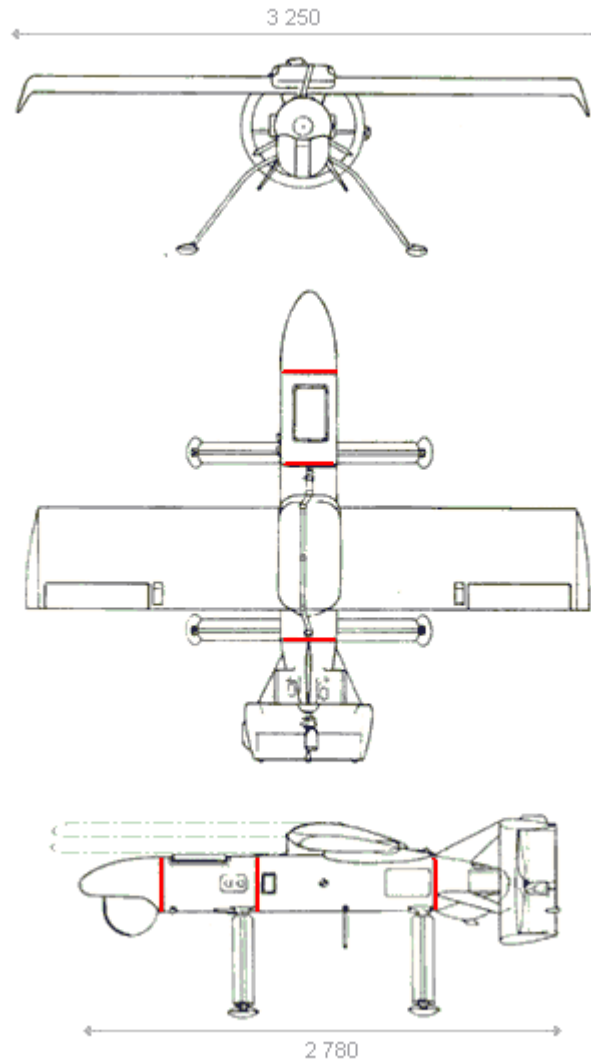


Рисунок 4. ДПЛА "Пчела" в трёх проекциях

На Международном авиакосмическом салоне МАКС-2001. Экспозиции комплексов ДПЛА осмотрела группа американских инженеров из Tucson, Arizona. Напротив "Пчелы" (Рис. 5) экспонировался ГрАНТ (Рис. 6). Американские инженеры долго и внимательно осматривали комплекс и ДПЛА ГрАНТ, фотографируя буквально каждый квадратный сантиметр и беседуя с русскими инженерами на смеси языка жестов, русского и английского. Осмотрели они и "Пчелу". Та поездка в Москву оказалась не бесполезной для них.



Рисунок 5. Внешний вид ДПЛА «Пчела»



Рисунок 6. Комплекс ДПЛА Грант на международном авиакосмическом салоне, МАКС-2001

Сравнительная архитектура комплексов ДПЛА GrANT и Silver Fox

Термин "архитектура комплекса"¹ очень удачен для обозначения общего замысла комплекса, пространственной компоновки и соотношения основных и вспомогательных элементов. В этом смысле комплексы GrANT и Silver Fox очень близки, хотя есть и существенные различия.

Архитектура комплексов в рабочем положении

Комплексы ДПЛА GrANT и Silver Fox оказываются очень близкими при рассмотрении их в рабочем положении, когда ДПЛА находится в полёте.

Внутрикомплексные информационные связи абсолютно одинаковы: это командная ("земля-борт") и телеметрическая ("борт-земля") радиолинии, а также ТВ радиолиния для передачи ТВ(ИК) изображения от целевой нагрузки ДПЛА. Непринципиальной особенностью Silver Fox является то, что телеметрическая радиолиния дублирована по вспомогательному каналу ТВ радиолинии. В 2001 году в комплексе GrANT было сделано так же, однако от этого решения быстро отказались по несущественным здесь причинам.

В комплексе GrANT на наземной станции управления имеются два независимых рабочих места на основе персональных ЭВМ. В комплексе Silver Fox - одно рабочее место, но с двумя экранами (в более ранних версиях - с одним экраном).

Навигация ДПЛА в обоих комплексах по спутниковой радионавигационной системе GPS. В Silver Fox декларируется в ближайшем будущем инерциальная навигационная система с коррекцией от GPS.

Про автопилот Silver Fox не упоминается, но он, вероятно, содержится в блоке радиоэлектронного оборудования (по другим источникам автопилот Silver Fox создан на основе автомобильных гироскопов [4]). GrANT оснащен твердотельным автопилотом (на первых образцах устанавливались механические гировертикали).

Целевая нагрузка ДПЛА Silver Fox - ТВ камера с 10-кратным вариофокальным объективом. На ДПЛА GrANT установлена ТВ нагрузка "Трал Чистякова" [6]. Судя по тому, что на ДПЛА Silver Fox отсутствует блистер для турельной подвески ТВ камеры (как на "Пчеле" или на Bat 3 [7]), ТВ камера встроена в фюзеляж. Видимо, ТВ камера допускает прокачку по углу места и используется по алгоритму "Трала Чистякова".

Архитектура комплексов на марше и на стартовой позиции

С этой точки зрения комплексы GrANT и Silver Fox представляются существенно различными. Основное различие заключается в размещении комплексов на автошасси (Табл. 2)

¹ Архитектура (от греч. architektonike - строительное искусство), художественное выражение закономерностей строения, присущих конструктивной системе здания, а также круглой скульптуры или объёмных произведений декоративного искусства. А. выявляется взаимосвязью и взаиморасположением несущих и несомых частей, ритмическим строем форм, делающим наглядными статические усилия конструкции, отчасти пропорциями, цветом и т. п. В широком смысле А. - строение художественное произведение (картины, симфонии, кинофильма, романа и т. д.), обуславливающее соотношение его главных и второстепенных элементов (БСЭ)

Таблица 2

ГрАНТ	Размещение комплекса на двух специальных автомобилях повышенной проходимости УАЗ: 1) базовой автоматизированной рабочей станции (БАРС) на УАЗ-3741 2) транспортно-пусковой установки (ТПУ) на УАЗ-3303
Silver Fox	Размещение комплекса в переносных контейнерах и транспортировка на одном привлекаемом автомобиле повышенной проходимости "Хаммер"

Причина столь разных инженерных решений очень глубока. Комплексы ДПЛА - это, прежде всего, военная техника, и они должны следовать с войсками. Для сухопутной державы, ориентированной на оборону от внешней агрессии, естественно размещение военной техники на специальных, постоянно прикреплённых к технике автомобилях, чтобы быть в постоянной готовности к совершению длительных маршей по суше. Для морской державы, ведущей агрессивные войны "за морем", естественно минимизировать количество специализированных автомобилей для повышения наполняемости транспортов (морских и авиационных) при доставке войск "за море". Автомобильный транспорт для транспортирования комплекса по суше может быть тем или иным способом привлечён уже в месте назначения. Это рассуждение подкрепляется и логотипом Управления военно-морских исследований на сайте Silver Fox и другими источниками [3, 4, 5, 10].

Если оставить в стороне способ транспортирования, то составы комплексов идентичны. Это:

- боезапас ДПЛА;
- пусковая установка;
- наземная станция управления и приёма ТВ информации.

Отличия касаются только реализации катапультного старта ДПЛА (Табл. 3)

Таблица 3

ГрАНТ	Механический (за счёт энергии опускающегося груза) привод пусковой установки, длина пути разгона 4,0 м
Silver Fox	Пневматический привод (электропривод?) пусковой установки, путь разгона около 2 м (оценка)

Инженерная критика "Серебряной лисицы"

Изучение материалов по комплексу ДПЛА Silver Fox позволяет дать комплексу положительную оценку. Это комплекс, при создании которого довольно строго выдержана концепция минимального ДПЛА [9]. Главным в проекте Silver Fox является то, что этот небольшой комплекс способен выполнять многие задачи тактической разведки, возлагаемые обычно на гораздо более громоздкие и дорогие комплексы ДПЛА.

Однако, не свободен комплекс и от видимых невооружённым глазом недостатков. Причём их основным источником является исходное требование контейнерного размещения комплекса. О важности и степени императивности этого требования судить, конечно, морским пехотинцам, которые будут применять комплекс, но оно неизбежно влечёт за собой перечисленные в Таблице 4 недостатки (см. также статью о ДПЛА Bat 3 [7]).

Недостаток	Пояснения
Снижение надёжности комплекса	<p>Практика показывает, что выполнение в полевых условиях операций, связанных с механической сборкой и, особенно, со стыковкой электрических кабелей зачастую приводит к отказам из-за ошибок боевого расчёта и попадания воды и грязи в сочленения. Потому в отечественных разработках минимизируют количество таких операций</p> <p>Источником ненадёжности является также отнюдь ненулевая вероятность просто забыть один из контейнеров в месте дислокации, на стартовой позиции или при разгрузке из транспортного средства. Причем достаточно потерять даже не контейнер целиком, а какой-либо важный предмет из его содержимого</p>
Снижение прочности ДПЛА из-за разъёмной конструкции фюзеляжа	<p>Для миниДПЛА типа Silver Fox естественна посадка по-самолётному. Такая посадка сопряжена зачастую с ощутимыми ударами ДПЛА о землю. Поэтому прочность ДПЛА очень важна. У ДПЛА ГрАНТ большую роль играет усиление фюзеляжа за счёт исполнения его в виде замкнутой оболочки. Это позволяет обеспечить небольшую массу планера. ДПЛА "Серебряная лисица" неизбежно будет подвержен поломкам в местах сочленения отсеков фюзеляжа. Об этом свидетельствует опыт ДПЛА "Пчела", имеющего аналогичную конструкцию.</p>
Неудобство работы оператора при работе на открытом воздухе	<p>Самым существенным, хотя и не самым очевидным, недостатком расположения рабочего места оператора на открытом воздухе является засветка экранов. На жидкокристаллическом экране даже самой высокой яркости в солнечную погоду практически НИЧЕГО не видно. Для исключения этого недостатка боевому расчёту придётся размещать наземную станцию управления в салоне привлечённого автомобиля и занавешивать окна. Даже в таких условиях освещённость останется очень высокой и будет затруднять наблюдение. Недостаток может быть скомпенсирован оснащением комплекса каким-нибудь средством индивидуального просмотра информации, например, очками или шлемом виртуальной реальности. Однако в представленных материалах ничего об этом не говорится.</p> <p>Очевидным недостатком работы на открытом воздухе является возможность наступления неблагоприятной погоды. Это может быть ненастье, мороз, палящее солнце и другие неприятности.</p> <p>Необходимость привлечения нештатных предметов для развёртывания рабочего места: оператору нужно на чём-то сидеть, а сам контейнер с аппаратурой и экранами нужно на что-то ставить</p>

<p>Сложности использования приёмной антенны большой площади</p>	<p>Неочевидный недостаток. Когда наземная станция собрана на автомобиле, то автомобиль является естественной опорой для установки и подъёма антенн. Площадь антенны (прежде всего, ТВ антенны) обеспечивает необходимую дальность действия комплекса. На фото в брошюре по Silver Fox наземные антенны вообще не показаны. Из контейнера уходит вверх какой-то штырь, явно недостаточный для установки антенны более-менее значимой площади.</p> <p>Ситуация с антенной комплекса Silver Fox проясняется, если обратиться к библиотеке "трёхмерных" изображений элементов вооружения и военной техники для моделирующих и игровых программ фирмы RealDB Inc. Предлагаемая "трёхмерная" модель комплекса ДПЛА Silver Fox показана ниже на Рис. 7. Видно, что в состав наземного оборудования входит параболическая антенна на треноге. Оценка площади антенны по этому изображению подтверждает дальность действия комплекса ДПЛА Silver Fox (36 км), вдвое меньшую, чем у комплекса ДПЛА ГраНТ (70 км) при вдвое большей мощности ТВ передатчика (2,0 /опционально 5,0 Вт/ против 1,0 Вт на ДПЛА ГраНТ) (Рис. 8).</p>
---	---



Рисунок 7. 3D модель комплекса ДПЛА Silver Fox для моделирующих и игровых программ из библиотеки фирмы RealDB Inc. (в состав комплекса входит параболическая ТВ антенна на треноге, а пусковая установка заметно больше, чем в брошюре фирмы-разработчика)



Рисунок 8. базовая автоматизированная рабочая станция (БАРС) комплекса ДПЛА ГранТ с развёрнутыми антеннами

Исторически приобретённые недостатки

Первоначальным назначением комплекса ДПЛА Silver Fox было наблюдение за китами в районах военно-морских манёвров, как того требуют экологические нормативные акты США [3, 4, 5]. В январе 2003 года разработка была переориентирована на интересы Морской пехоты США. Это ведомство является инициатором многих разработок в области миниДПЛА, начиная с первого миниДПЛА Pointer и включая современный Dragon Eye ("Глаз Дракона")[8].

Наследием первоначального назначения комплекса обусловлены некоторые сомнительные технические решения.

Думается, что по первоначальному назначению ДПЛА предполагался невозвращаемым, поскольку посадка ДПЛА на корабль - весьма непростая задача. Отсюда происходит всемерное удешевление ДПЛА и стремление максимально повысить продолжительность его полёта. Очевидно, что при использовании в интересах сухопутной разведки возросли требования к качеству ТВ изображения. Сухопутные цели - это малоразмерные и, как правило, замаскированные объекты, а не огромные киты на фоне моря. Применение более тяжёлой целевой нагрузки плюс необходимость большей прочности привели, видимо, к увеличению массы ДПЛА, увеличению потребной мощности силовой установки и увеличению площади крыла с одновременным утолщением профиля. Эти

метаморфозы хорошо видны, если сравнивать фото Silver Fox 2003 года [4] с сегодняшними (2005 год) (Рис 9, 10) [1, 5].



Рисунок 9. ДПЛА Silver Fox, 2003 г.



Рисунок 10. ДПЛА Silver Fox, 2005 г.

На фото хорошо видны существенные изменения ДПЛА:

1. Замена двигателя на более мощный и экономичный 4-тактный (первоначальный вариант - двухтактный авиамодельный двигатель).
2. Утолщение профиля крыла, связанное, видимо, с необходимостью повышения прочности ДПЛА, а, возможно, и с проблемами устойчивости.
3. Перенос антенны командно-телеметрической радиолинии с передней части ДПЛА к килю, связанный, видимо, с проблемами ЭМС с системой зажигания нового двигателя.

Первые два нововведения, хотя и достигают, наверное, ставившихся целей, являются внесением недостатков в ДПЛА как самолёт. Передняя часть ДПЛА в результате установки

нового двигателя стала аэродинамически безобразной, существенно увеличилось лобовое сопротивление ДПЛА. Тонкое крыло, по мнению автора, вообще является одним из важных признаков миниДПЛА [9]. Очень жаль, что конструкторы Silver Fox не нашли возможности сохранить тонкое крыло, а перешли к толстому профилю. Лобовое сопротивление опять-таки возросло.

Эволюцию Silver Fox иллюстрирует Таблица 5

Таблица 5

Характеристика	Значение		
	Рекламный лист Управления военно-морских исследований [10] 2003 год	Справочник [5], 2005 год (данные, видимо, устаревшие)	Сайт разработчика [1], 2005 год
Длина, м	1,53	1,53	1,47
Размах крыла, м	2,13	варьируемый ¹⁾ ; макс: 2,4	2,39
Масса, кг	10,0	10,0	11,9...12,2
Скорость, км/час	105	105	крейсерская: 70..80
Практический потолок, м (футы)	?	4880 (16000 футов)	3650 (12000 футов)
Продолжительность полёта, час	10	10	8..10
Двигатель	Бензиновый (?), в будущем обещан дизель на топливе JF-8	Авиамодельный, видимо, 2-тактный (по рисунку)	1-цилиндровый 25 куб.см 4-тактный с верхним расположением распредвала с изолированной системой смазки. Топливо - высокооктановый бензин (не менее 87)

1) Видимо, был некоторый период испытаний различных крыльев

В итоге можно сказать, что конструкторы Silver Fox решили возникшие проблемы силовым путём: утяжелением и аэродинамическим ухудшением ДПЛА с компенсацией потерь мощностью силовой установки. Заявленная продолжительность полёта обеспечена за счёт применения более экономичного, но гораздо более дорогого 4-тактного двигателя.

Неустойчивость заявляемых ЛТХ обычно свидетельствует о том, что окончательный облик летательного аппарата ещё не определился. Что ж, самолёты отрабатываются долго. Но и долго потом живут.

Заключение

Спонсором проекта Silver Fox является Управление военно-морских исследований.

В США организации и предприятия любят кратко декларировать своё предназначение (mission). Такие заявления нетрудно отыскать в Интернете. Например:

Управление военно-морских исследований (Office of Naval Research) видит своё предназначение во возвращении, планировании, продвижении и восприятии научных исследований, руководствуясь пониманием их первостепенной роли в будущей военно-морской мощи и сохранении национальной безопасности.

Администрация малого бизнеса (Office of Small Business) этого Управления в качестве своего предназначения заявляет обеспечение справедливой пропорции закупок, контрактов и субконтрактов, размещаемых на предприятиях малого бизнеса, в соответствии с утверждённой политикой.

Программа освоения технологий малого бизнеса (STTR), которую, в частности, реализует указанная выше Администрация, основной целью имеет поддержку передачи результатов совместных усилий квалифицированного малого бизнеса и исследовательских центров Военно-морским силам и Морской пехоте.

Хотелось бы пожелать отечественным представителям госзаказчика воспринять это, как положительный пример взаимодействия с предприятиями – разработчиками.

Литература

1. Silver Fox. Advaced Ceramic Research
2. Краткая пояснительная записка по комплексу ГранТ[®]. Современный взгляд на состав и структуру комплекса с ДПЛА ГранТ[®], БРАТ[®], «Отшельник» (doc, 108 Кбайт). Приложение с иллюстрациями (htm, ~450 Кбайт). ДПЛА.Ру
3. NAVY UNVEILS NEW DRONE. Defence Tech.org, March 24, 2003
4. Drones See, Smell Evil From Above. Wired News, March 24, 2003
5. Silver Fox (Last Updated: 26 August 2005). Directory of U.S. Military Rockets and Missiles. Appendix 4: Undesignated Vehicles.
6. ТРАЛ Чистякова. Краткое иллюстрированное пояснение принципа действия. 2001 год . НПКЦ "Новик-XXI век"
7. Н.В.Чистяков. Американский комплекс миниДПЛА «НЕТОПЫРЬ 3» фирмы «МЛБ Компани» и навеянные соображения по компактности и миниатюризации. ДПЛА.Ру
8. Н.В.Чистяков. Всё не так уж сумрачно вблизи. Сопоставление ДПЛА БРАТ (Россия) и "ДрэгонАй" (США). ДПЛА.Ру
9. Э.П.Лукашева, Н.В.Чистяков. "Новые" или миниДПЛА. ДПЛА.Ру
10. Silver fox...a View from Above. Office of Naval Research. 2003 год