

Анализ статистических данных беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

Собраны и проанализированы статистические данные беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа (БПЛА ВТ) для определения параметров массы в нулевом приближении. Описаны летно-массовые характеристики БПЛА ВТ. Приведены диаграммы и таблицы, показывающие место БПЛА ВТ в общем количестве БПЛА и процентное соотношение различных схем.

Ключевые слова: БПЛА ВТ, летно-технические характеристики, классификация по типам, схемы.

В связи с развитием рынка беспилотной авиации появляется необходимость более точного его изучения, так как нарастает разнообразие БПЛА по типам, схемам, расширяется сфера их применения.

Международной ассоциацией по беспилотным системам AUVSI (Association for Unmanned Vehicle Systems International) была предложена универсальная классификация БПЛА, которая объединяет многие критерии [1, 13, 14]. В табл. 1 приведена эта классификация с англоязычными эквивалентами категорий и аббревиатур.

Таблица 1

Универсальная классификация БПЛА по летным параметрам

Группа	Категория		Взлетная масса, кг	Дальн. полета, км	Высота полета, м	Продолж. полета, ч
	рус.	англ.				
1	2	3	4	5	6	7
Малые БПЛА	Нано-БПЛА	Nano	< 0,025	< 1	100	1
	Микро-БПЛА	Micro (μ)	< 5	< 10	250	1
	Мини-БПЛА	Mini	5...150*	< 10	150...300*	< 2
Тактические	Легкие БПЛА для контроля переднего края обороны	Close Range (CR)	25...150	10...30	3000	2...4
	Легкие БПЛА с малой дальностью полета	Short Range (SR)	50...250	30...70	3000	3...6
	Средние БПЛА	Medium Range (MR)	150...500	70...200	5000	6...10
	Средние БПЛА с большой продолжительностью полета	Medium Range Endurance (MRE)	500...1500	> 500	8000	10...18
	Маловысотные БПЛА для проникновения в глубину обороны противника	Low Altitude Deep Penetration (LADP)	250...2500	> 250	50...9000	0,5...1

Окончание табл. 1

	2	3	4	5	6	7
	Маловысотные БПЛА с большой продолжительностью полета	Low Altitude Long Endurance (LALE)	15...25	> 500	3000	> 24
	Средневысотные БПЛА с большой продолжительностью полета	Medium Altitude Long Endurance (MALE)	1000...1500	> 500	5000...8000	24...48
Стратегические	Высотные БПЛА с большой продолжительностью полета	High Altitude Long Endurance (HALE)	2500...5000	> 2000	20000	24...48
	Боевые (ударные) БПЛА	Unmanned Combat Aerial Vehicles (UCAV)	> 1000	1500	12000	2
Специального назначения	БПЛА, оснащенные боевой частью (летального действия)	Lethal (LET) (Offensive)	-	300	4000	3...4
	БПЛА - ложные цели	Decoys (DEC)	150...500	0...500	50...5000	< 4
	Стратосферные БПЛА	Stratospheric (STRA)	> 2500	> 2000	> 20000	> 48
	Экзостратосферные БПЛА	Exo-stratospheric	-	-	> 30500	-

Но в данной классификации не учитывается тип ЛА, например БПЛА VT.

В других классификациях по назначению БПЛА разделяют на военные и гражданские. Однако более логичным является подразделение БПЛА по укрупненным сферам применения, а именно – для научных целей и для прикладных целей; последние же подразделяют на БПЛА для военного и гражданского применения [1]. Схема разделения сфер показана на рис. 1.

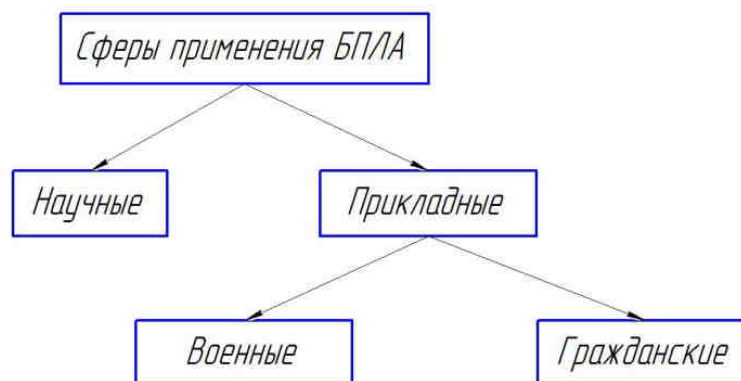


Рис. 1. Укрупненное представление сфер применения БПЛА

В документах AUVSI (Association for Unmanned Vehicle Systems International – Международная ассоциация беспилотных систем) [3, 4, 5] встречаются термины OPA (Optionally Piloted Aircraft) и CMA (Converted Manned Aircraft). Указанные

термины не относятся к приведенной выше схеме, а просто указывают на особенности разработки: первый из терминов обозначает опционально пилотируемый ЛА (т.е. разработанный специально с таким расчетом, что может пилотироваться как летчиком, так и дистанционно), а второй – адаптированный ЛА (т.е. ранее созданный пилотируемый ЛА, преобразованный в беспилотный). В эти группы ЛА попадают достаточно тяжелые аппараты самолетного, вертолетного типа, а также некоторые модели аппаратов с мягким крылом и аэростатические [1].

Представляет интерес и количество БПЛА различных типов, применяемых в настоящее время. На основе информации, полученной из источников [6, 7, 8, 9, 10], была построена диаграмма, иллюстрирующая применение типов БПЛА в процентном соотношении (рис. 2).

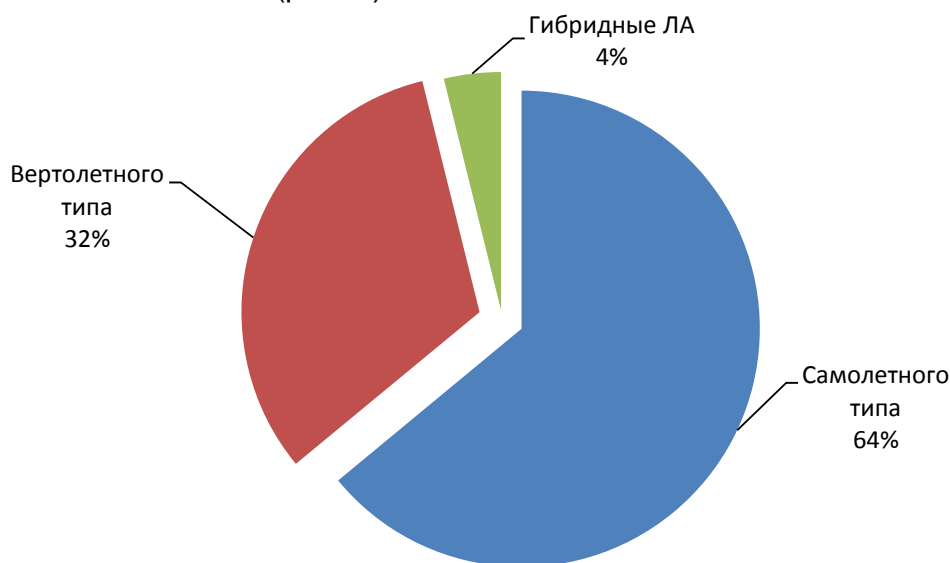


Рис. 2. Диаграмма процентного соотношения различных типов БПЛА

Как видно из диаграммы, наиболее часто применяемыми являются БПЛА самолетного типа. Широкое распространение получили также БПЛА ВТ. Кроме того, существуют различные гибридные аппараты, которые по их принципу полета трудно однозначно отнести к какой-либо из групп. Особенно много существующих БПЛА совмещают качества аппаратов самолетного и вертолетного типов [1].

Как показывает статистика, сегодня около трети всех БПЛА составляют БПЛА ВТ, что объясняется их значительными преимуществами. Поэтому актуальным является исследование, приведенное в данной работе, которое позволяет более детально рассмотреть вопросы, посвященные именно БПЛА ВТ.

Классификация БПЛА ВТ может осуществляться по следующим критериям: летным параметрам, массовым характеристикам, назначению и т. д. [1, 2].

БПЛА ВТ чаще всего классифицируют, не учитывая схему летательного аппарата. Такая классификация встречается только для самолетного типа. Поэтому целесообразно будет провести анализ применения различных схем БПЛА ВТ, а также типов силовых установок, по диапазону геометрических параметров и диапазону летных и массовых характеристик, определить процентное соотношение различных категорий (см табл. 2). Для данного типа летательного аппарата применяют следующую классификацию по схемам:

одновинтовая с РВ, двухвинтовая соосная, двухвинтовая поперечная, двухвинтовая продольная, двухвинтовая со скрещивающимися винтами, винтокрыл, конвертоплан, многовинтовая.

По результатам сбора и обработки статистических данных БПЛА ВТ была составлена сводная табл. 2, в которой указаны страна и компания-производитель, а также схема и тип двигателя, применяемого на рассматриваемом ЛА. Расшифровка принятых сокращений: ПД – поршневой двигатель; РПД – роторно-поршневой двигатель; РД – роторный двигатель; ГТД – газотурбинный двигатель; ЭД – электрический двигатель; ВД – вентиляторный двигатель.

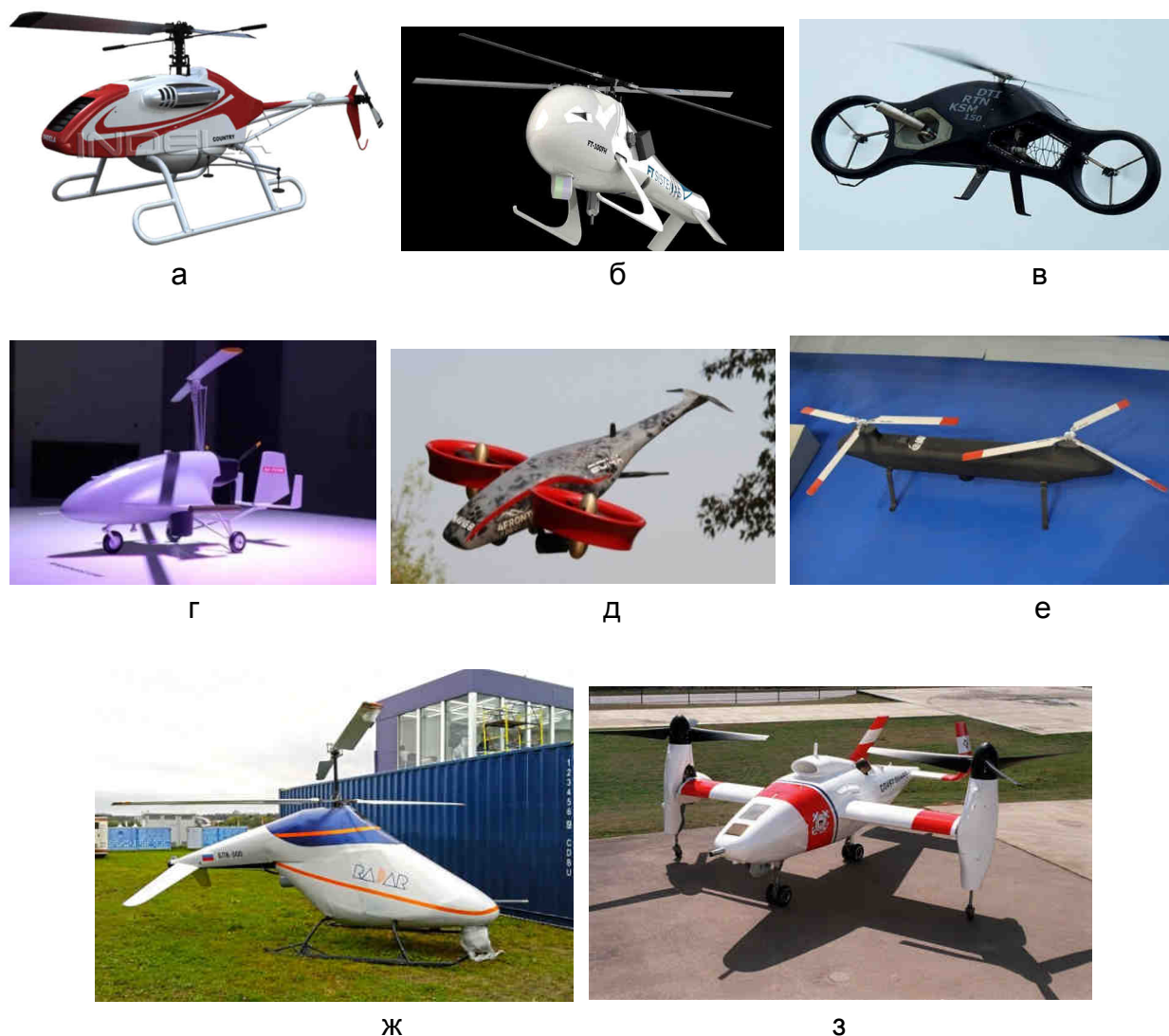


Рисунок 3 – Примеры БПЛА ВТ различных схем [6]:

- а – классическая одновинтовая (КО); б – двухвинтовая со скрещивающимися винтами (ДССВ); в – вертолетная другая (ВД); г – автожир (А);
- д – двухвинтовая поперечная (ДПоп); е – двухвинтовая продольная (ДПрод);
- ж – двухвинтовая соосная (ДС); з – конвертоплан (К)

Таблица 2

Применение типов двигателей и схем БПЛА ВТ

Название аппарата	Страна	Компания-производитель	Схема	Тип силовой установки	Длина, м	Высота, м	Диаметр НВ, м
1	2	3	4	5	6	7	8
CAMCOPTER S-100	Австрия	Schiebel	КО	ПД	3,11	1,12	3,4
CHI-7 HELICOPTERO UAV	Аргентина	Aerodreams	КО	ПД	7,5	–	6
INDELA-I.N.SKY	Беларусь	Indela	КО	РПД	3,052	1,346	3,168
H.U.SKY-II	Беларусь	Indela	КО	РД	4,358	1,534	4,8
INDELA SKY LAB	Беларусь	Indela	КО	РПД	3,052	1,346	3,168
INDELA EYE SKY	Беларусь	Indela	КО	РД	2,975	1,15	3,28
INDELA COUNTRY	Беларусь	Indela	КО	РПД	3	1,234	3,168
INDELA FILMCAM	Беларусь	Indela	КО	ГТД	–	1	2,45
FS-03	Бразилия	Flight Solutions	КО	ГТД	5,6	2,2	5,48
FT-100 FH	Бразилия	Flight Technologies Sistemas	ДССВ	ПД	–	–	1,3
FT-200 FH	Бразилия	Flight Technologies Sistemas	ДССВ	ПД	–	–	2,8
ORBIS	Бразилия	Santos Lab	ВД	ЭД	0,5	0,27	–
AT-10	Великобритания	Advanced UAV Technology	КО	–	1,328	0,37	1,7
AT-100	Великобритания	Advanced UAV Technology	КО	ЭД	1,47	0,685	2,1
AT-1000	Великобритания	Advanced UAV Technology	КО	–	7,35	2,27	4,5
AT-300	Великобритания	Advanced UAV Technology	КО	–	3,35	1,17	3
AT-200	Великобритания	Advanced UAV Technology	КО	–	2,79	0,86	3
AMPERSAND	Великобритания	BAE Systems	А	ПД	4,9	1,5	8,2
AiD-H40	Германия	AiDrones	КО	ПД	2,2	–	2,8
AiD-H35T	Германия	AiDrones	КО	ГТД	2	–	2,8
FANCOPTER	Германия	EMT	ВД	ЭД	0,73	0,44	–
MUSECO	Германия	EMT	КО	–	2,75	0,95	3
GHOST	Израиль	Israel Aerospace Industries	ДПрод	ЭД	1,45	–	0,75
BLACK EAGLE 50	Израиль	Steadicopter	КО	–	2,54	–	2,16
AIRMULE	Израиль	Urban Aeronautics	ВД	ГТД	6,2	2,3	–
X-HAWK	Израиль	Urban Aeronautics	ВД	ГТД	8,1	3,5	–
RAJAWALI-350	Индонезия	Rajawali Corporation	КО	ПД	3,1	1,3	3,5
ALPHA 800	Испания	Alpha Unmanned Systems	КО	ПД	1,7	0,6	1,8
SNIPER	Испания	Alpha Unmanned Systems	КО	ПД	1,6	0,7	1,8
PELICANO	Испания	Indra Sistemas	КО	ПД	4	1,2	3,3
HADA	Испания	Instituto Nacional de Tecnica Aeroespacial	КО	ПД	2,2	0,48	1,8

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
HCP-M	Италия	Helicampro	КО	ПД	2	0,45	2,4
SPYBALL B	Италия	Leonardo	ВД	ВД	0,48	0,55	–
ASIO B	Италия	Leonardo	ВД)	ВД	1,37	0,6	–
IBIS	Италия	OTO MELARA	КО	ЭД	1,7	0,76	1,5
HELISTARK	Италия	OTO MELARA	КО	ЭД	1,7	0,7	1,8
HERO	Италия	AGUSTAWESTL AND	КО	ПД	3,7	1,2	4
NAVIG8 GAS	Канада	4Front Robotics	ДПоп	ПД	3,12	0,787	–
NAVIG8 ELECTRIC	Канада	4Front Robotics	ДПоп	ЭД	1,6	0,33	–
E950	Канада	Challis Heliplane	КО	–	1,81	0,65	2,085
RESPONDER	Канада	Ing Robotic	КО	ЭД	–	–	–
CQ-10	Канада	MMIST	ВД	ПД	2,9	0,94	–
GY-SMZ260	Китай	China Eagle Aviation Science and Technology	КО	ПД	1,57	0,52	1,77
GY-SMZ520	Китай	China Eagle Aviation Science and Technology	КО	ПД	1,7	0,65	2
SHARP EYES III	Китай	China North Industries Corp. (NORINCO)	КО	ГТД	4	1,2	5
AWING-H100J	Китай	Quadrant	КО	ПД	3,63	1,08	3,145
3WQF125-16	Китай	Quanfeng Aviation Plant Protection Technology Co	КО	ЭД	2,35	0,7	2,3
3WQF80-10	Китай	Quanfeng Aviation Plant Protection Technology Co	КО	ЭД	2,14	0,75	2,1
3WQF294-35	Китай	Quanfeng Aviation Plant Protection Technology Co	КО	ПД	3,2	1,2	3,6
3WQF120-12	Китай	Quanfeng Aviation Plant Protection Technology Co	КО	–	2,13	0,67	2,41
V750	Китай	Weifang Freesky Aviation Industry	КО	ПД	–	–	–
3CD-15	Китай	Wuxi Hanhe Aviation Technology	КО	ЭД	2,03	0,66	2,23
MERCURY	Китай	Wuxi Hanhe Aviation Technology	КО	–	1,9	0,78	2,38
BLOWFISH	Китай	Ziyan	КО	ЭД	1,755	0,62	1,875
RANGER	Китай	Ziyan	КО	ЭД	1,75	0,465	1,875
INFILTRATOR	Китай	Ziyan	КО	ЭД	1,8	0,6	1,875
INTISAR 100	Малайзия	Composite Technology Research Malaysia	КО	ПД	1,2	–	1,5
INTISAR 300	Малайзия	Composite Technology Research Malaysia	КО	ПД	1,6	–	1,77
HEF 32	Нидерланды	High Eye	КО	ПД	1,76	0,7	1,76

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
PD-100 BLACK HORNET	Норвегия	Prox Dynamics	КО	ЭД	0,1	–	0,12
RX55	Норвегия	Robot Aviation	КО	ГТД	2	0,812	1,5
RX100	Норвегия	Robot Aviation	КО	ГТД	2,95	1	3,2
ILX-27	Польша	ITWL	КО	–	–	–	–
ZALA 421-02X	Россия	Zala Aero Group	КО	ПД	2,86	1,18	3,12
AIR 250	Россия	Группа ЭЙР	ВД	ЭД	–	–	–
БПВ-500	Россия	НПП Радар-ММС	ДС	ДВС	6,1	2,85	6,2
МБПВ-37	Россия	НПП Радар-ММС	КО	ДВС	1,92	0,65	1,8
ТБ-29В	Россия	Тайбер	КО	ПД	1,6	0,55	1,865
RAPIER	Сербия	EdePro	КО	ПД	5,75	2,21	5
FANTAIL 5000	Сингапур	ST Aerospace	ВД	ПД	–	–	–
HORNET MICRO	США	Adaptive Flight	КО	ЭД	0,63	0,24	0,71
HORNET MINI	США	Adaptive Flight	КО	ЭД	1,25	0,42	1,35
HORNET MAXI	США	Adaptive Flight	КО	ЭД	2,16	0,6	1,76
FLEXROTOR	США	Aerovel	ВД	ПД	2	–	1,85
SPRITE	США	Ascent AeroSystems	ВД	ЭД	0,35	–	0,1
GOLDEN EYE 80	США	Aurora Flight Sciences	ВД	ВД	1	1,8	–
EAGLE EYE	США	Bell Helicopter Textron	К	ГТД	5,56	1,88	–
A-160T HUMMINGBIRD	США	Boeing	КО	ГТД	10,6	2,9	10,9
DP-12 RHINO	США	Dragonfly Pictures	ДПрод	–	1,8	1,37	2,75
DP-14 HAWK	США	Dragonfly Pictures	ДПрод	–	3,9	–	3,9
DP-5X WASP	США	Dragonfly Pictures	КО	–	3,5	1,4	4,2
DP-6XT WHISPER	США	Dragonfly Pictures	ДПрод	–	1,8	0,76	2
DP-4	США	Dragonfly Pictures	КО	ПД	3	0,8	2,82
BOLT	США	Drone Aviation Corp	ДС	ПД	–	–	–
SICX-10	США	Guided Systems Technologies	КО	ЭД	1,473	0,58	–
SICX-75	США	Guided Systems Technologies	КО	ПД	2,49	0,99	2,54
SIC X-250	США	Guided Systems Technologies	КО	ПД	4,88	2,13	–
MQ-8C FIRE SCOUT	США	Northrop Grumman	КО	ГТД	12,6	3,3	10,7
MQ-8B FIRE SCOUT	США	Northrop Grumman	КО	ГТД	7,3	2,9	8,4
FIRE-X	США	Northrop Grumman	КО	ГТД	10,6	3,3	11,2
R-BAT	США	Northrop Grumman	КО	–	3,65	1,06	–
SHADOW HAWK	США	Vanguard Defense Industries	КО	ПД	2,13	0,75	1,94
DTI RTN KSM150	Таиланд	Siam UAV Industries	ВД	ПД	2,1	0,6	2,24
Jinn	Тунис	Tunisia Aero Technologies	КО	ГТД	8,2	2,4	8
Malazgirt	Турция	Kale-Baykar	КО	ПД	1,2	0,58	1,8

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Sivrisinek R-IHA	Турция	Turkish Aerospace Industries	КО	ПД	5,8	1,78	5,6
R-300 Riha	Турция	Turkish Aerospace Industries	КО	ПД	6,1	1,9	5,95
A-12 «Ураган»	Украина	КБ «Взлет»	ВД	ПД	0,8	0,35	–
Orka 1200	Франция	Airbus (Defense UAV Group)	КО	ГТД	6,22	5,3	7,2
VSR 700	Франция	Airbus (Defense UAV Group)	КО	ГТД	6,2	5,4	7,2
Maya	Франция	Alcore Technologies	ВД	ЭД	–	0,34	0,32
Easycopter	Франция	Alcore Technologies	КО	ЭД	0,65	0,4	0,65
IT-180-30	Франция	ECA Group	ВД	ЭД	–	–	–
IT-180-60	Франция	ECA Group	ВД	ЭД	1,8	1,5	–
Scout B1-100	Швейцария	Aeroscout	КО	ПД	3,3	1	3,2
Elios	Швейцария	Flyability	ВД	ЭД	0,6	0,5	–
Skeldar V-200	Швейцария	UMS Skeldar	КО	–	4	–	4,7
UMS R-350	Швейцария	UMS Skeldar	КО	ГТД	3,2	1,3	3,5
UAVOS UVH-29E	Швейцария	UAVOS	КО	ПД	1,6	–	1,8
APID 55	Швеция	CybAero	КО	ПД	3,2	1,2	3,3
APID 60	Швеция	CybAero	КО	ПД	3,2	1,2	3,3
TR-100	Южная Корея	Korea Aerospace Research Institute	К	–	5	1,5	3
TR-60	Южная Корея	Korea Aerospace Research Institute	К	–	3	1,5	2
RemoH-120	Южная Корея	Uconsystem	КО	–	3,2	–	3
Hirobo HX-1 Ambulance	Япония	Japan UAV Association	ДС	–	–	–	2,15
Fuji RPH-2	Япония	Fuji Heavy Industry	КО	–	1,8	0,62	1,92
Fuji FFOS	Япония	Fuji Heavy Industry	КО	–	3,1	1,2	4,5
Kawada Robocopter 300	Япония	Kawada Industries	КО	–	7,37	2,65	8,18
PDH-03	Япония	PRODRONE	КО	ЭД	–	0,38	1,69
Yamaha Fazer	Япония	Yamaha Motor Company	КО	–	2,78	1,07	3,115
Yamaha R-MAX	Япония	Yamaha Motor Company	КО	–	3,63	1,08	3,12

Процентная доля применения различных схем БПЛА ВТ показана на рис. 4.

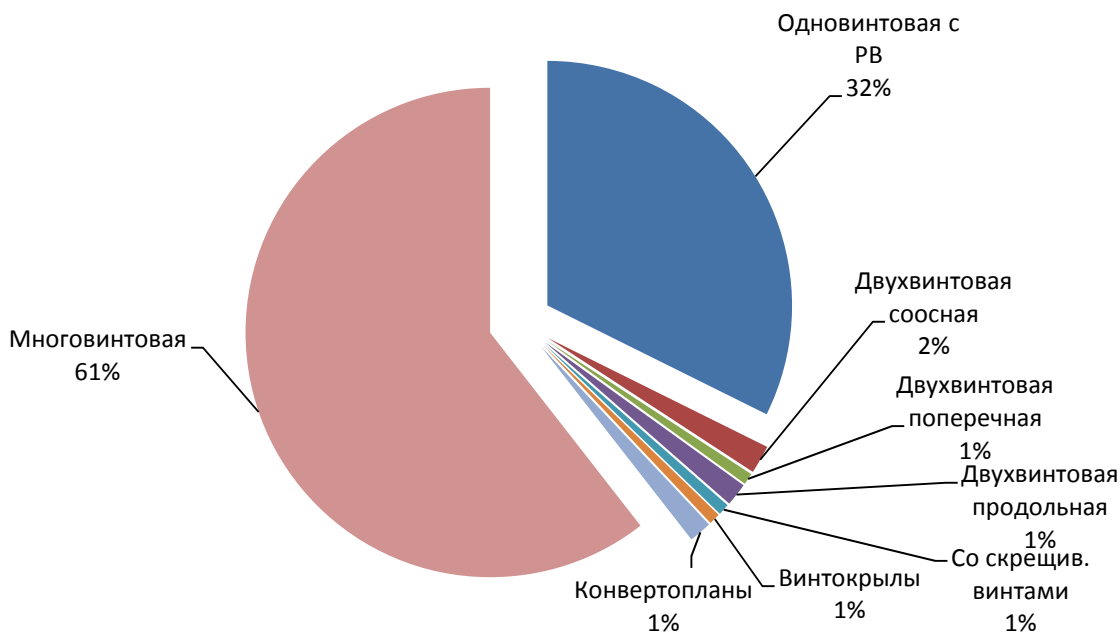


Рис. 4. Диаграмма применения схем БПЛА ВТ в процентном соотношении

Анализируя диаграмму, можно сделать вывод о том, что наиболее широкое распространение получила многовинтовая схема (три-, quadro-, гекса-, октокоптеры, т.е. мультикоптеры). Это объясняется дешевизной и простотой конструкции летательных аппаратов по сравнению с другими схемами. Следующей по частоте применения идет одновинтовая схема, которая чаще всего используется на БПЛА ВТ с большей взлетной массой и дальностью полета. Рассмотрим преимущества и недостатки классической одновинтовой схемы по сравнению с другими схемами. Данная схема обладает следующими преимуществами: простота конструкции и меньшая масса несущей системы и системы управления; меньшие затраты на производство, ремонт и обслуживание; большой КПД несущего винта за счет отсутствия взаимного влияния винтов друг на друга; отсутствие вероятности перехлеста лопастей; отсутствие необходимости синхронизации винтов. Но схема имеет и некоторые недостатки: рулевой винт отбирает часть мощности двигателя (до 10%) и вместе с тем не дает ни подъемной силы, ни тяги, направленной вперед; воздушный поток от несущего винта ухудшает характеристики рулевого винта; рулевой винт является весьма уязвимым при полетах вблизи земли.

Несмотря на данные недостатки, преимущества, получаемые при использовании классической одновинтовой схемы с рулевым винтом, являются более существенными, чем объясняется наиболее широкое применение данной схемы среди БПЛА ВТ средней и тяжелой категории. Остальные схемы применяют крайне редко ввиду сложности их проектирования и производства.

Выбор схемы также определяется взлетной массой и дальностью полета летательного аппарата. На основе анализа статистических материалов существующих БПЛА ВТ была построена диаграмма применимости в координатах «взлетная масса-дальность» (рис. 5).

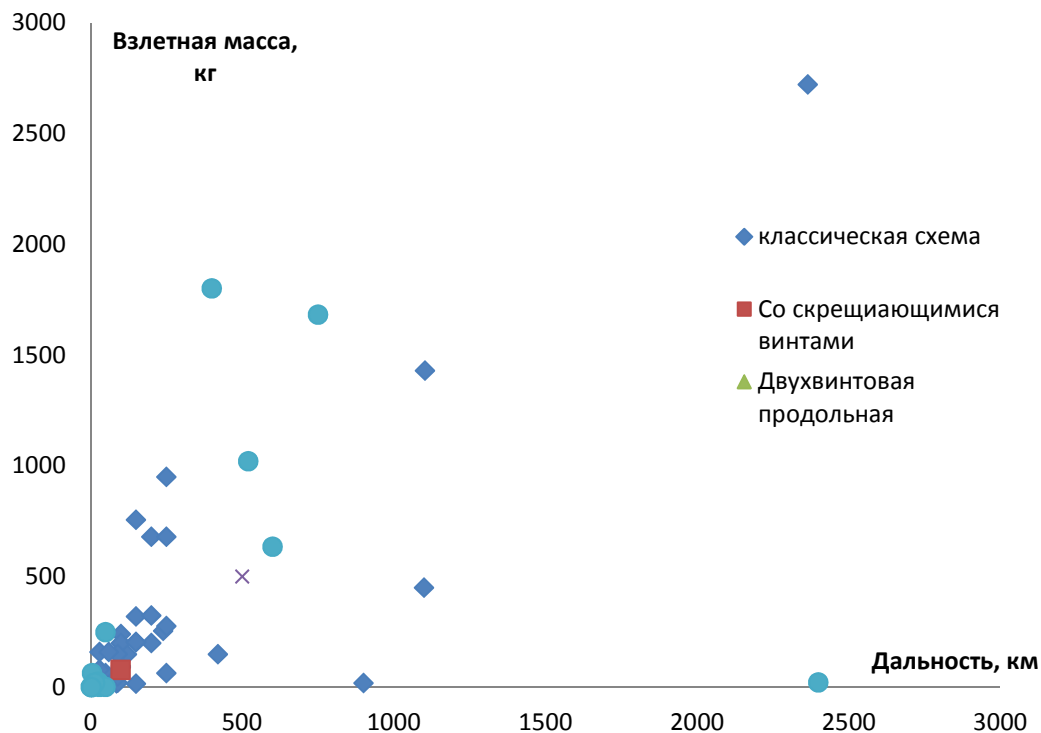


Рис. 5. Диаграмма применения для схем БПЛА ВТ

Как видно из рис. 5, наибольшее количество исследуемых БПЛА ВТ находится в зоне от 0 до 1200 кг взлетной массы и дальности от 0 до 1000 км. Поэтому на рис. 6 исследуемая зона показана более детально.

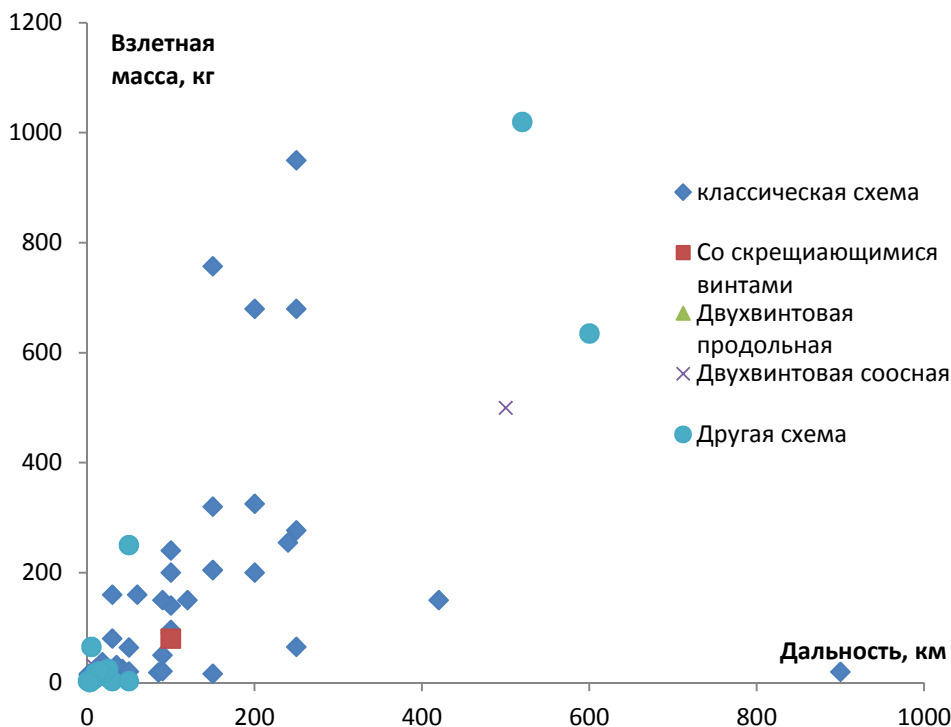


Рис. 6. Диаграмма применения для различных схем

Как видно из диаграммы, существуют некоторые зоны, в которых наиболее часто встречается та или иная схема. Можно сделать вывод, что для гибридных схем характерен интервал взлетной массы от 0 до 100 кг и дальностью до 100 км. Это объясняется тем, что данные аппараты чаще всего являются экспериментальными. Примером таких аппаратов может служить классическая одновинтовая схема, в которой используется два рулевых устройства (например, аппарат тайландской фирмы «Siam UAV Industries» «DTI RTN KSM150») [11].

Дальнейший анализ показывает, что применение одновинтовой схемы с рулевым винтом характерно для БПЛА ВТ средней и тяжелой категории. Это связано с хорошей проработанностью схемы и ее основным преимуществом – простотой конструкции и системы управления, а следовательно, уменьшением уровня затрат на проектирование и производство, что в условиях БПЛА является немаловажным фактором ввиду частой ограниченности бюджета на ранних этапах разработки. Для двухвинтовых схем нет четко выраженных областей существования вследствие их редкого применения.

Немаловажным при классификации БПЛА ВТ помимо систематизации по схемам является и разделение по типу двигателя. Наиболее часто встречающимися типами двигателей являются: поршневые, электрические, роторные, газотурбинные, вентиляторные.

При проведении анализа рассматриваемых БПЛА ВТ была построена диаграмма, иллюстрирующая применение типа двигателя в зависимости от взлетной массы и дальности полета (рис. 7).

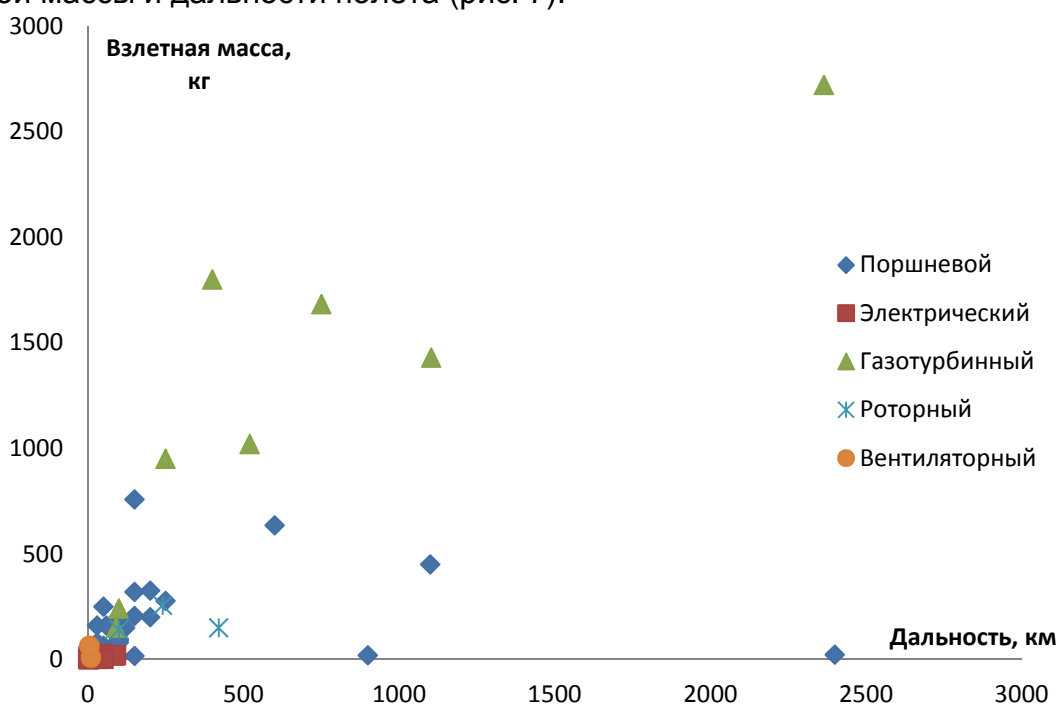


Рис. 7. Диаграмма применения типа двигателя

Как видно из диаграммы, показанной на рис. 7, наибольшее количество рассмотренных БПЛА ВТ находится в зоне от 0 до 350 кг взлетной массы и дальности от 0 до 300 км. Поэтому на рис. 8 исследуемая зона изображена более детально.

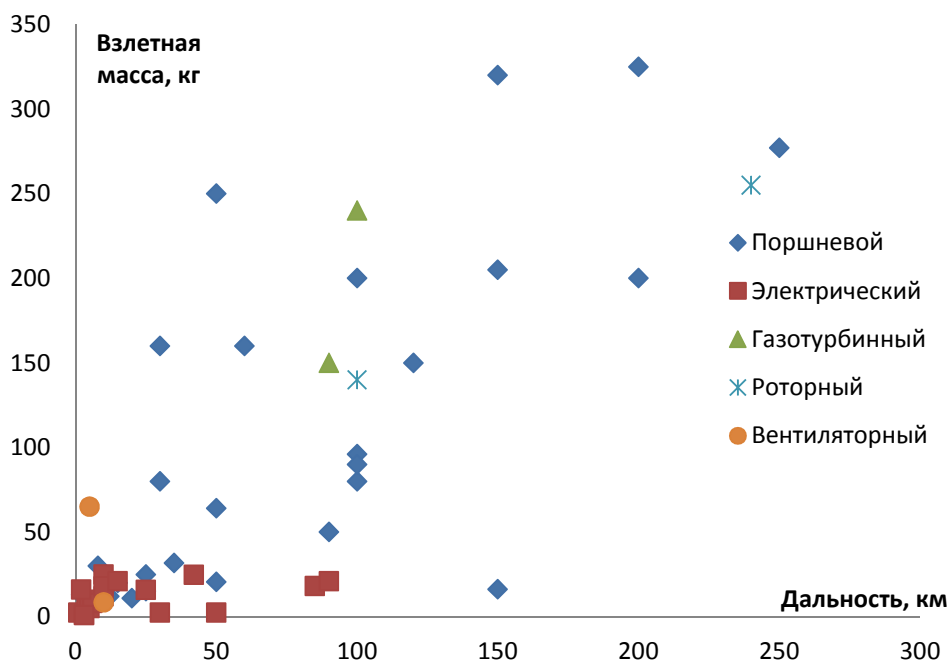


Рис. 8. Диаграмма применения различных типов двигателя

Анализируя диаграммы, можно сказать, что подобно распределению значений ЛТХ в зависимости от схемы БПЛА ВТ также можно выделить области существования, в которых тот или иной тип двигателя применяют наиболее часто. Так, для диапазона взлетной массы от 0 до 40 кг и дальности от 0 до 100 км наиболее применяемым является электрический тип двигателя. Стоит отметить, что использование данных двигателей ограничивает возможности летательных аппаратов. Ограничения, связанные с использованием электрических двигателей на аппаратах, относящихся к тактическим (категории CR, SR, MR, MRE, LADP и MALE) (табл. 2), объясняются в первую очередь отсутствием в настоящее время двигателей, способных удовлетворить требованиям по обеспечению необходимой дальности и продолжительности полета. Поэтому для задач, где требуется большая продолжительность и дальность полета, чаще всего используют другие типы двигателей (преимущественно поршневые).

Широкое применение поршневых двигателей связано с обеспечением большей дальности и продолжительности полета по сравнению с электрическими (рис. 7), а также большей экономичностью по сравнению с газотурбинными двигателями. Соответственно на диаграмме можно выделить область, в которой поршневые двигатели являются наиболее применимыми. Эта область лежит в диапазоне дальности от 100 до 2500 км и взлетной массы от 40 до 750 кг. Поршневые двигатели встречаются и в области существования электрических двигателей, но в меньшем количестве.

Газотурбинные двигатели устанавливают на аппаратах категории MALE и MRE, что обусловлено большой взлетной массой и дальностью полета. Кроме того, газотурбинные двигатели устанавливают на пилотируемые ЛА, которые были преобразованы в беспилотные комплексы (например, вертолеты «Fire Scout RQ-8C» и «Fire X» компании «Northrop Grumman») [12].

Кроме схемы и типа двигателя, для классификации БПЛА может быть использовано большое количество объективных критериев: взлетная масса, дальность, высота и продолжительность полета, размеры аппарата и т. д. [1].

По результатам сбора и обработки статистических данных БПЛА ВТ была составлена сводная таблица, в которой указаны летные и массовые характеристики, рассматриваемых БПЛА ВТ.

Таблица 3

Летно-массовые характеристики БПЛА ВТ

Название аппарата	$M_{\text{max взл}}$, кг	$M_{\text{ц.н.}}$, кг	$V_{\text{кр}}$, км/ч	V_{max} , км/ч	L_{max} , км	H_{max} , м	t_{max} , ч
1	2	3	4	5	6	7	8
CAMCOPTER S-100	200	50	–	240	200	5486	10
CHI-7 HELICOPTERO UAV	450	230	130	190	1100	4500	10
INDELA-I.N.SKY	140	25	70	–	100	1500	5
H.U.SKY-II	255	55	100	–	240	2100	5
INDELA SKY LAB	125	25	–	70	–	1000	1,5
INDELA EYE SKY	150	–	70	90	420	1500	6
INDELA COUNTRY	124	24	–	60	–	–	1
INDELA FILMCAM	32	15	–	60	–	–	0,83 (50 мин)
FS-03	240	100	100	120	100	3100	–
FT-100 FH	12	5	–	–	12	1525	2,5
FT-200 FH	80	20	–	–	100	3657	12
ORBIS	2,5	–	40	–	30	500	0,66 (40 мин)
AT-10	4,8	1,5	50	70	10	2100	0,5
AT-100	16	5	100	120	20	2100	0,75/2
AT-1000	350	–	120	160	30	3500	> 6
AT-300	58	–	120	160	25	2100	> 6
AT-200	25	–	120	160	20	2100	–
AMPERSAND	250	–	120	150	50	3500	–
AiD-H40	–	20	–	120	80	3000	–
AiD-H35T	–	20	–	120	80	3000	2
FANCOPTER	2,5	–	25	45	1	1000	0,42 (25 мин)
MUSECO	75	–	80	110	120	3100	–
GHOST	10	–	50	65	4	2100	–
BLACK EAGLE 50	35	3	85	126	100	2744	4
AIRMULE	1682	–	–	180	750	3700	–
X-HAWK	1800	–	180	250	400	3700	–
RAJAWALI-350	150	–	90	145	120	4200	–
ALPHA 800	14	3	55	–	–	3000	2,5
SNIPER	15	2	70	100	25	3000	2
PELICANO	200	30	90	185	100	3600	6
HADA	50	–	90	120	90	3100	–
HCP-M	28,5	15,5	–	180	–	1450	1
SPYBALL B	2	–	–	28,8	–	2100	0,42 (25 мин)
ASIO B	8,5	–	–	28,8	10	2100	0,5
IBIS	12	2	–	90	10	–	0,58 (35 мин)

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
HELISTARK	20	6	–	100	–	–	0,66 (40 мин)
HERO	205	55	–	166	150	3050	6
NAVIG8 GAS	124	32	–	200	–	–	2,5
NAVIG8 ELECTRIC	11	4,5	–	83	–	–	0,84 (50 мин)
E950	25	15	–	–	–	–	1
RESPONDER	25	12	80	100	10	2100	–
CQ-10	635	260,8	80	120	600	5500	–
GY-SMZ260	11	5	60	80	20	1000	–
GY-SMZ520	–	8	100	120	40	1200	–
SHARP EYES III	200	–	120	150	–	4200	–
AWING-H100J	96	30	–	–	100	–	4
3WQF125-16	36	16	–	54	–	–	0,5
3WQF80-10	30	10	–	54	–	–	0,33 (20 мин)
3WQF294-35	120	35	–	72	–	–	2
3WQF120-12	47	12	–	72	–	–	0,66 (40 мин)
V750	757	120	145	161	150	3000	3
3CD-15	35	15	43	–	–	3000	–
MERCURY	45	20	43	–	–	–	0,33 (20 мин)
BLOWFISH	24,7	15	100	150	42	5100	0,84 (50 мин)
RANGER	18,2	7	120	160	85	5100	1
INFILTRATOR	21	10	140	180	90	5100	0,92 (55 мин)
INTISAR 100	13	5	80	–	2	243	1
INTISAR 300	–	2	–	70	15	2000	1,5
HEF 32	20,5	5	–	130	50	2438	4,2
PD-100 BLACK HORNET	–	–	–	18	1,6	–	0,42 (25 мин)
RX55	25	17	–	–	–	–	1,25
RX100	65	26	–	–	250	3000	3
ILX-27	1100	300	–	215	450	4000	–
ZALA 421-02X	90	25	–	60	100	3000	1,5
AIR 250	5	2	120	160	–	500	0,5
БПВ-500	500	180	180	–	500	4000	8
МБПВ-37	37	12	80	–	18	1000	1,5
ТБ-29В	19,6	–	100	120	900	5000	7
RAPIER	350	65	150	250	–	5000	6
FANTAIL 5000	3	1	50	110	5	1500	–
HORNET MICRO	1,1	–	55	–	3	150	0,33 (20 мин)
HORNET MINI	5	–	65	–	5	150	0,5
HORNET MAXI	8,1	–	70	–	6	150	0,66 (40 мин)
FLEXROTOR	22	–	–	160	2400	900	24
SPRITE	1,15	0,5	–	54	–	–	0,33 (20 мин)
GOLDEN EYE 80	65	–	50	60	5	3100	–
EAGLE EYE	1020	–	250	360	520	6100	6

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8
A-160T HUMMINGBIRD	2948	1133	–	305	–	9144	20
DP-12 RHINO	181	68	100	207	555	4572	3
DP-14 HAWK	408	195	133	194	–	4572	2,4
DP-5X WASP	–	45	140	203	200	4572	4,8
DP-6XT WHISPER	22	6	–	129	–	4572	1
DP-4	64	29	120	160	50	4100	1,5
BOLT	30	–	100	120	8	250	10
SICX-10	15,8	4,5	50	70	25	2100	0,42 (25 мин)
SICX-75	77	45	–	150	–	3050	8
SIC X-250	277	90	–	–	250	2438	2
MQ-8C FIRE SCOUT	2721	227	–	250	2365	4879	12
MQ-8B FIRE SCOUT	1429	136	–	157	1103	3800	7,75
FIRE-X	2721	1338	–	260	–	6100	15
R-BAT	93	19	–	–	148	1829	4
SHADOW HAWK	31,7	10	60	90	35	2100	3
DTI RTN KSM150	25	5,2	70	100	25	3000	–
Jinn	950	200	180	240	250	4100	–
Malazgirt	20	5	70	90	15	1200	–
Sivrisinek R-IHA	320	85	100	130	150	3100	–
R-300 Riha	325	80	100	120	200	3100	–
A-12 «Ураган»	17	4	21	30	20	2000	1
Orka 1200	680	190	195	205	200	5100	–
VSR 700	680	200	130	160	250	3600	–
Maya	2,5	0,5	55	110	50	1000	0,5
Easycopter	16	5	30	40	2	1000	0,33 (20 мин)
IT-180-30	18	3	30	50	10	1000	0,5
IT-180-60	21	3	50	70	15	500	1
Scout B1-100	80	22	90	110	30	3000	1,5
Elios	0,81	0,25	10	25	3	500	–
Skeldar V-200	200	40	160	130	100	4500	4
UMS R-350	150	45	70	120	90	2000	–
UAVOS UVH- 29E	16,2	5	100	120	150	2100	–
APID 55	160	55	60	90	30	3000	–
APID 60	160	55	90	110	60	3000	–
TR-100	300	–	300	500	200	5000	–
TR-60	200	–	160	240	200	5000	–
RemoH-120	120	–	100	120	50	2100	4
Hirobo HX-1 Ambulance	78	22	80	100	48	–	–
Fuji RPH-2	50	10	80	100	20	2500	–
Fuji FFOS	275	75	100	140	120	3100	–
Kawada Robocopter 300	794	294	100	120	250	3500	–
PDH-03	–	4	–	210	–	–	0,25 (15 мин)
Yamaha Fazer	72	24	–	–	–	2800	1
Yamaha R-MAX	94	28	–	–	–	–	1

Дальнейший анализ проводят для групп малых и тактических БПЛА. С учетом данного уточнения была проведена классификация БПЛА ВТ по летно-техническим характеристикам. Результаты показаны на рис. 9.

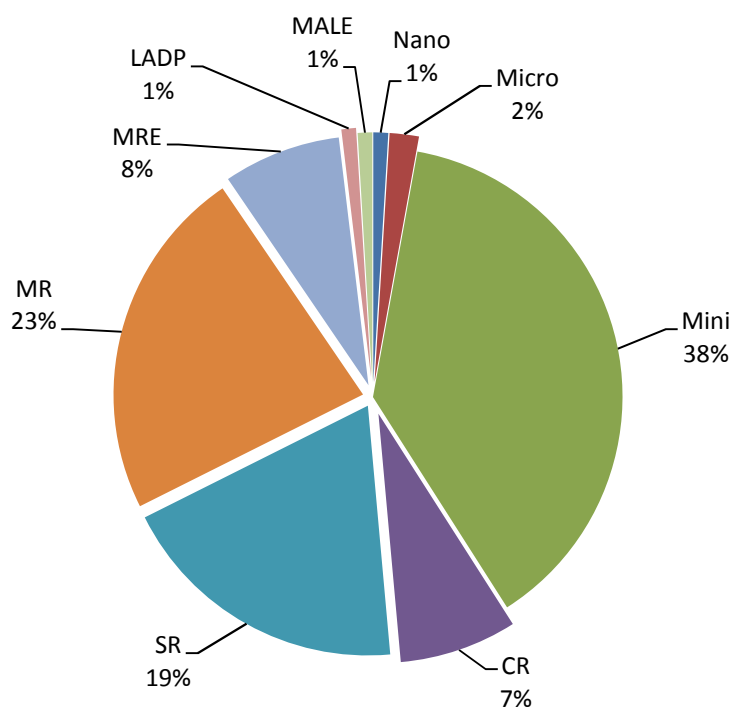


Рис. 9. Диаграмма процентного соотношения категорий БПЛА ВТ

Как видно из диаграммы, наиболее часто применяемыми являются категории Mini, Medium Range (MR) и Short Range (SR).

Выводы

Проведен анализ применяемых типов БПЛА. На основе этого БПЛА ВТ были выделены в отдельный класс. Полученные данные позволили систематизировать БПЛА ВТ по схемам, летно-техническим параметрам и типам двигателя, что показано на диаграммах.

Базируясь на результатах исследования, можно сделать вывод, что наиболее применяемой схемой БПЛА ВТ типа Nano и Micro является многовинтовая с использованием электрического типа двигателя. Для остальных категорий БПЛА ВТ (с большей дальностью и взлетной массой) чаще всего применяют одновинтовую классическую схему и поршневого типа двигателя.

Создание нового направления авиационной техники является достаточно долгим процессом и требует существенных экономических и материальных затрат. В этом случае более целесообразным является модернизация существующих образцов вертолетов в беспилотные комплексы с сохранением всего спектра выполняемых задач пилотируемой версии, что требует значительно меньших затрат времени и финансов.

Полученные результаты исследования могут быть использованы в качестве основы для выполнения дальнейших работ, связанных с проектированием и прогнозированием направления развития БПЛА ВТ, а также для проведения их более глубокого анализа.

Список литературы

1. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние / В.С. Фетисов, Л.М. Неугодникова, В.В. Адамовский, Р.А. Красноперов; под ред. В.С. Фетисова. – Уфа: ФОТОН, 2014. – 217 с.
2. Автоматизированное проектирование беспилотных летательных аппаратов.: монография / В. М. Синеглазов, А. В. Брыкалов – К.: «Освита Украины», 2012.– 269 с.
3. Blyenburgh P.: Unmanned Aircraft Systems. The Current Situation// EASA Workshop on UAV, EASA, 2008. https://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/ws_prod-g-doc-Events-2008-February-1-Overview-of-the-UAV-Industry-%28UVS%29.pdf
4. Bento M. Unmanned aerial vehicles: an overview // Inside GNSS. – 2008. - №1. – P. 54-61. <http://www.insidegnss.com/auto/janfeb08-wp.pdf>
5. Blyenburgh P. UAVs - Current Situation and Considerations for the Way Forward // Defense Technical Information Center, Paris, France. 2000. Compilation Part Notice ADP010752. – 28 p. <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/p010752.pdf>
6. Avia.pro - портал по авиации №1. <http://avia.pro>
7. Независимые беспилотные системы. <http://ruvsa.com>
8. Center for a New American Security. <http://drones.cnas.org>
9. Беспилотные летательные аппараты: справочное пособие / сост. М. С. Иванов [и др.]; под общ. ред. С. А. Попова. - Воронеж: Научная книга, 2015. - 619 с.
10. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие / А. Г. Гребеников, А. К. Мялица, В. В. Парфенюк и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008.-377 с.
11. Сайт компании Siam UAV Industries <http://www.siamuav.com>
12. Сайт компании Northrop Grumman. <http://www.northropgrumman.com>
13. Bento M. Unmanned aerial vehicles: an overview // Inside GNSS. – 2008. – №1. – P. 54-61. <http://www.insidegnss.com/auto/janfeb08-wp.pdf>
14. Заблотский, А. БПЛА: первое знакомство / А. Заблотский, Р. Ларинцев // Авиация и время. – 2008. – №2 // Онлайн-библиотека Litrus.net. <http://litrus.net/book/read/164811?p=15>.

Поступила в редакцию 11.06.2018

Analysis of Statistical Data of Rotor Drones

The statistical data of rotor drones (RD) for determination of mass parameters in the zero approximation have been collected and analyzed. The flight-mass characteristics of rotor drones are given. The diagrams and tables showing the location of the rotor drones in the total number of UAVs and the percentage of different schemes are given.

Key words: rotor drone, flight technical characteristics, type classification, scheme.

Аналіз статистичних даних безпілотних літальних апаратів вертолітного типу

Зібрано та проаналізовано статистичні дані безпілотних літальних апаратів вертолітного типу (БПЛА ВТ) для визначення параметрів маси в нульовому наближенні. Описано льотно-масові характеристики БПЛА ВТ. Приведено діаграми та таблиці, що показують місце БПЛА ВТ у загальній кількості БПЛА та процентне співвідношення різних схем.

Ключові слова: БПЛА ВТ, льотно-технічні характеристики, класифікація по типам, схеми.

Сведения об авторах:

Александр Григорьевич Гребеников – д-р техн. наук, проф., зав. каф. 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина, e-mail: o.grebenikov@khai.edu.

Татьяна Николаевна Серeda – ассистент кафедры 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина, e-mail: t.sereda@khai.edu.

Тамара Павловна Цепляева – канд. техн. наук, профессор кафедры 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина, e-mail: t.tseplyaeva@khai.edu.

Евгений Юрьевич Шевченко – магистр каф. 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», группа 160 М, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Андрей Алексеевич Юхно - магистр каф. 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», группа 160 М, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.