

УДК 33 : 629.735.45

МАРКЕТИНГОВО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА МЕСТА ДЛЯ ВНЕАЭРОДРОМНОЙ ПОСАДКИ ВЕРТОЛЕТА НА НЕПОДГОТОВЛЕННУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

М. Н. Григорьев, И. В. Казачинский*, С. А. Матвеев

Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова

**ОАО «МЗ «Арсенал», Санкт-Петербург*

Значительная часть территории нашей страны лишена развитой дорожной сети, особенно это касается районов Крайнего Севера и Дальнего Востока. Освоение природных богатств этих районов, обеспечение их безопасности тесно связано с использованием вертолетов, как в пилотируемом варианте сегодня, так и в беспилотном исполнении – в ближайшем будущем. При сравнительно небольших объемах перевозки грузов и пассажиров вертолеты позволяют экономить средства, затрачиваемые на создание логистической системы, по сравнению с другими видами воздушного и наземного транспорта за счет минимизации расходов на обустройство необходимой им наземной инфраструктуры. В полном объеме достоинства вертолета в районах Крайнего Севера и Дальнего Востока могут раскрыться в том случае, когда экипаж сможет самостоятельно выбирать место посадки вне заранее подготовленных площадок с минимальными усилиями с его стороны и близкой к 100 % гарантией соответствия места посадки ТТХ вертолета. Особую остроту проблема выбора места посадки приобретает зимой, когда поверхность земли и /или льда покрыта снегом. Традиционный способ выбора места посадки, когда вертолет зависает над анализируемой точкой, размечает воздушным потоком не слежавшийся снег, а затем в режиме висения высаживает, как правило, механика с пешней для анализа качества и несущей способности поверхности, не всегда устраивает всех участников операции, особенно после 3-й неудачной попытки.

Одному из авторов статьи довелось быть свидетелем такого события при температуре воздуха – 32 градуса. Выражение лица КВС, который после третьей неудачной попытки принял в режиме висения на борт своего механика, осталось в памяти, по крайней мере, на 30 лет, а то, что орал механик, – не сохранилось в сознании, поскольку уши слушателей оплавилась уже после второй попытки, хотя люди были тренированные.

Сегодня на отечественном и зарубежных рынках нет устройств, в полном объеме удовлетворяющих требованиям к бесконтактному диагностированию твердости и неровности грунта под вертолетом при его посадке на заснеженную поверхность.

В качестве альтернативного традиционному средству решения рассматриваемой задачи в ряде случаев используют лазерный дальномер ДЛ-1, разработки ООО «Скат» (см. www.skate-r.ru, info@skate-r.ru). Общий вид лазерного дальномера ДЛ-1 представлен на рис. 1, технические характеристики дальномера ДЛ-1 сведены в таблице 1.

Лазерный дальномер ДЛ-1 разработан на базе полупроводникового импульсного лазера. Данный прибор предназначен для измерения расстояния до естественных объектов и определения профиля подстилающей поверхности с высокой точностью и разрешающей способностью. Прибор ДЛ-1 изготовлен в виде герметичного блока с базовой присоединительной плоскостью, позволяющей производить его установку или замену без проведения регулировочных работ. Дальномер ДЛ-1 может закрепляться на любые летательные средства: самолет, вертолет, воздушный шар и другие.

Способность прибора выдавать точные сведения о расстоянии до поверхности воды и суши позволяет эффективно использовать его в качестве основы для системы автоматической посадки или причаливания. Лазерный дальномер-высотомер ДЛ-1 дает возможность оперативно получить информацию о дальности при посадке на заснеженную поверхность, при приземлении на палубу корабля и при посадке в темное время суток.



Рис. 1. Общий вид лазерного дальномера ДЛ-1



Рис. 2. Общий вид аппаратной части комплекса «ОКО»

Таблица 1
Технические характеристики дальномера ДЛ-1

Характеристика	Значение
Длина волны дальномера, нм	800 – 930 / 1500
Ширина диаграммы направленности передающего канала дальномера, рад	не более 0,003×0,001
Неперпендикулярность диаграммы направленности к базовой плоскости	не более 0,001 рад
Диапазон измеряемой дальности при метеорологической дальности видимости не менее 5 км, м над водной поверхностью, над земной поверхностью	200 600
Максимальная дальность, м	1000
Среднеквадратическое отклонение значения измеряемой дальности, м	не более 0,2
Систематическая погрешность измерения дальности Д, м	не более $\pm(0,2+0,001*Д)$
Частота выдачи информации о дальности, Гц	30±1
Интерфейс	RS-232
Время готовности, с	не более 1
Электропитание от сети постоянного тока, В	10 – 40
Потребляемая мощность, Вт	не более 3
Диапазон рабочих температур, град С	от - 40 до + 50
Время непрерывной работы, час	не менее 6
Габаритные размеры, мм	164×140×80
Масса, кг	не более 1,4

Существенным ограничением для решения нашей задачи является требование метеорологической дальности видимости не менее 5км, что не всегда возможно зимой в Арктике, кроме того, нижняя граница работоспособности прибора -40° не соответствует требованиям отечественных авиационных стандартов.

Сходные задачи в определенной мере решает аппаратно-программный комплекс (АПК) «ОКО», представленный на рис. 2. Он служит для оперативного определения толщины льда, мониторинга состояния ледовых переправ, локализации неоднородности, зон трещиноватости, других дефектов внутри ледяного массива.

Комплекс был разработан группой компаний «Логис-Геотех», которая берет свое начало в 1989 году, когда ведущие разработчики НИИП им. В. В. Тихомирова в рамках конверсии

оборонного комплекса были переориентированы на разработку и производство геофизического оборудования на базе накопленного в оборонной сфере научно-технического потенциала.

Георадиолокационные наблюдения можно производить контактно: посредством перемещения антенны георадара по поверхности льда, и бесконтактно – располагая георадар на борту летательного аппарата.

Для исследования пресных речных льдов используют высокочастотные антенные блоки АБ-700М, АБ-1200М и АБ-1700М, настроенные соответственно под центральные частоты 700 МГц, 1200 МГц, 1700 МГц

При георадиолокационных исследованиях льдов с повышенной минерализацией, целесообразно использовать более низкочастотные антенные блоки типа АБ-400М.

Характеристики АПК «ОКО» с антенными блоками АБ-1700М, АБ-1200М и АБ-400М приведены в таблице 2.

Таблица 2
Характеристики аппаратно-программный комплекс «ОКО»

Характеристика	Значение характеристики		
	1700	1200	400
Центральная частота, МГц	1700	1200	400
Максимальная глубина зондирования, м	1	1.5	5
Разрешающая способность по глубине м	0.03	0.05	0.15
Габариты, мм	200×170×140	200×170×140	500×290×140
Масса	0.8	0.8	5.5
Потребляемая мощность, Вт	5	5	6

На рис. 3 схематично изображена процедура дистанционного зондирования морского льда с борта вертолета Ми-8. Измерения ведутся по вертикали, проходящей через фазовый центр антенны. Точность измерений толщины льда существенно зависит от пространственной ориентации диаграммы направленности антенны. Разрешающая способность измерений в плане – от высоты полета вертолета. Рядом со схемой процедуры дистанционного зондирования приведена диаграмма измерений отражающей способности различных слоев подстилающей поверхности, полученная по маршруту полета вертолета, которая в зависимости от физико-химических свойств вещества соотносится с толщиной льда, указанной на диаграмме. Измерения отнормированы относительно высоты полета.

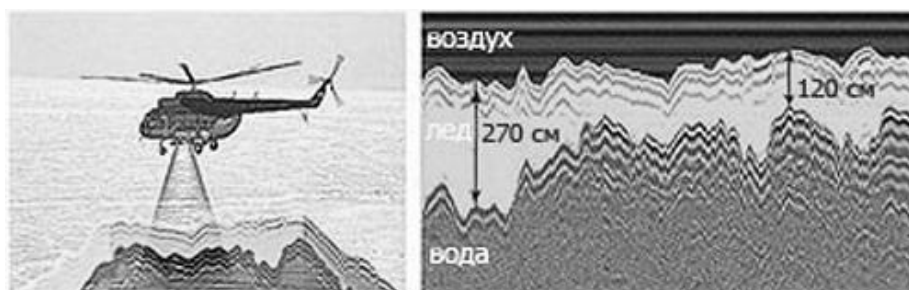


Рис. 3. Дистанционное измерения толщины льда георадаром «ОКО-2» с борта вертолета, использован антенный блок АБ-400М

На рис. 4 приведена диаграмма толщины льда, полученная на маршруте полета вертолета длиной 200 м, пересекающем две параллельно расположенные ледовые переправы. Измерения отнормированы относительно наружной поверхности льда.

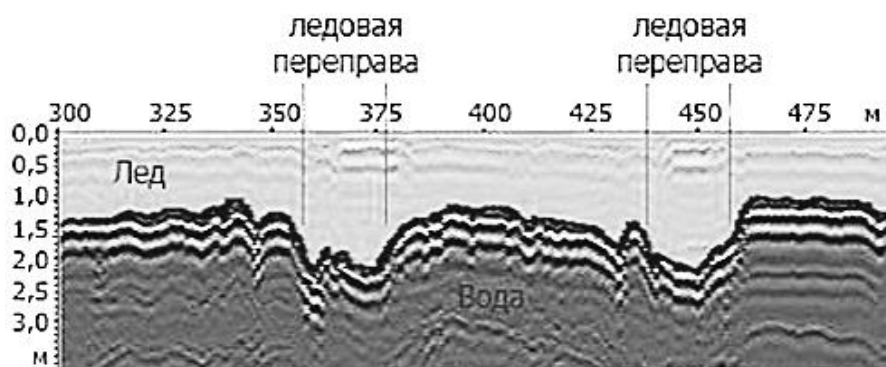


Рис. 4. Результаты дистанционного измерения толщины льда георадаром «ОКО-2» с борта вертолета, использован антенный блок АБ-400М

Недостатком георадара «ОКО-2» является необходимость использования разных антенн при измерении параметров морского и речного льда, а также сравнительно невысокая разрешающая способность. Прибор не предназначен для определения несущей способности болотистых поверхностей. Оценка льда производится по вертикале, только на пройденном маршруте. Таким образом, поиск подходящего места посадки требует полета галсами или по расходящейся спирали, для чего необходимо соответствующее время. Это не всегда приемлемо в случае выполнения срочной посадки.

Более широкие возможности для оценки качества подстилающей поверхности в месте возможной посадки вертолета предоставляет такое направление спектроскопии, как гиперспектральный анализ. Спектроскопия, в данном контексте, это наука о формировании цифровых изображений земной поверхности в нескольких смежных спектральных каналах и создании полных спектральных сигнатур без пропусков спектров.

Получаемые изображения сходны с мультиспектральными, но отличаются от последних тем, что у каждого пикселя количество цветовых каналов не ограничивается тремя основными: красным, зеленым и синим.

При формировании гиперспектрального изображения из собранных данных создается «куб данных» или «кубическая модель изображения», которая отображает объекты и информацию, не доступную для обычных мультиспектральных сканнеров

Проекты, в которых используются гиперспектральные изображения, как правило, решают следующие задачи:

- обнаружение цели (объекта): выделение объекта из множества подобных или обнаружение объектов, размер которых меньше номинального размера пикселя.
- распознавание материалов: анализ данных гиперспектральных изображений для распознавания неизвестных материалов. Дифференциация материалов: различение материалов со сходными спектральными характеристиками.
- отображение поверхности: отображение особенностей поверхности, нераспознаваемых на других изображениях.
- оценка снега / льда: определение фракций снежного покрова, размера кристаллов, степени таяния.

Основным принципом построения гиперспектральной аппаратуры является принцип «push broom» – это сканирование подстилающей поверхности оптико-электронным преобразователем (ОЭП) в виде матрицы приборов с зарядовой связью (ПЗС-матрицы).

Лучистая энергия, пройдя через узкую щель объектива, попадает на дисперсионное устройство, которое расщепляет в пространстве излучение по мере изменения длины волны.

Расщепленное излучение попадает на ПЗС-матрицу. Каждая ПЗС-линейка матрицы преобразует лучистую энергию из вполне определенного узкого спектрального диапазона.

Таким образом, отдельная линия на земной поверхности преобразуется в набор строк (по числу спектральных каналов, ПЗС-линеек), каждая из которых характеризует распределение интенсивности излучения во вполне определенном спектральном диапазоне.

В результате сканирования на вход аппаратуры поступает излучение от новой линии на поверхности Земли и, в конечном счете, формируется гиперкуб – набор изображений зафиксированных в различных спектральных диапазонах.

Основным функциональным узлом, отличающим гиперспектральную аппаратуру (ГСА) от других типов съемочных систем, является дисперсионное устройство. В настоящее время применяется два вида таких устройств: спектроделительная призма и дифракционная решетка.

Для расширения рабочего спектрального диапазона в ГСА часто используются несколько ОЭП, каждый из которых обслуживает вполне определенный спектральный диапазон. Обычно разделяют датчики, фиксирующие видимое и ближнее инфракрасное (400 - 1000 нм) и инфракрасное излучение (1000 – 2500 нм).

Впервые гиперспектральная аппаратура космического базирования Hyperion со *спектроделительной призмой* была использована на американском спутнике EO-1 (Earth Observing – 1). КА был выведен на орбиту 21.11.2000 г.

Первая гиперспектральная аппаратура с *дифракционной решеткой* HICO (The Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean) была установлена на Международную космическую станцию (МКС) 10 сентября 2009 года. Основной задачей аппаратуры HICO является исследование прибрежных районов океана: прозрачности воды, типов и рельефа дна, береговой растительности.

Гиперспектральный анализ широко внедряется в практику ДЗЗ. За рубежом работы в этом направлении начаты 18 лет назад и активно развиваются.

Создан ряд образцов ГСА космического и авиационного базирования, лучшими из которых являются Hyperion (TRW Inc., США, 2000 г.); CHRIS (Sira Technology Ltd, Великобритания, 2002 г.); HICO (The Aerospace Corporation, Johnson Space Center, США, 2009 г.); HSI (Kayser-Threde GmbH, German Research Centre for Geosciences, Германия), планируется к использованию в конце 2016 г.

В нашей стране впервые ГСА выведена на орбиту на спутнике МКА-ФКИ (головной разработчик – НПО им. С. А. Лавочкина) в июле 2012 года.

Широко известны в России научно-инженерные школы по созданию ГСА и средств обработки получаемой от нее информации: это предприятия ракетно-космической промышленности – Красногорский завод им. С. А. Зверева, Ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс», ЦНИИмаш, НПО им. С. А. Лавочкина, Корпорация «ВНИИЭМ», Центр Келдыша, НПО «Лептон», НПП «ЭЛАР», Госцентр «Природа», НИЦ «Планета»; это вузы и институты РАН – ВКА им. А. Ф. Можайского, МФТИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, РГРТУ, НТЦ уникального приборостроения, ВНИИ физико-технических измерений, Институт физики атмосферы, МГУ им. М. В. Ломоносова.

В России в последние годы ведутся активные разработки гиперспектральных съемочных систем как космического, так и авиационного базирования. К наиболее передовым образцам авиационных датчиков относятся «Сокол-ГЦП», «Фрегат» и ГСА производства НПО «Лептон».

Видеоспектрометр «Сокол-ГЦП» разработан ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева» в рамках ФЦП «Комплексные меры противодействия злоупотребления наркотикам и их незаконному обороту» в составе авиационно-технического комплекса ФГУП «Госцентр «Природа».

В период 2011 – 2013 гг. в ЗАО «НПЦ «Реагент» была разработана, прошла приемочные (О1), лабораторные и летные испытания, а также выпущена в виде опытной серии линейка малогабаритных гиперспектральных модулей УФ-ВИД, ВИД-ИК1, ВИД-ИК2 и ВИД-ИК3. Все гиперспектральные модули могут снабжаться компактной системой обработки (предоб-

работка, включающая калибровку, а также тематическую обработку) и хранения данных в реальном времени.

Характеристики гиперспектральных модулей сведены в таблицу 3, сравнительные характеристики отечественной и зарубежной ГСА представлены в таблице 4.

Таблица 3
Характеристики гиперспектральных модулей

Характеристика	Название гиперспектрального модуля			
	УФ-ВИД	ВИД-ИК1	ВИД-ИК2	ВИД-И КЗ
1. Спектральный диапазон, мкм	0,35.. 0,55	0,45...1,0	0,45...0,9	0,4.. 1,0
2. Угловое поле, град	60	60	20	35
3. Пространственное разрешение с высоты 1 км, м	от 0,3			
4. Число каналов	до 500			
5. Частота кадров, 1/с	до 70			
6. Масса, кг	6,6	11	L95	3,2
7. Габариты, мм (длина × ширина × высота)	590×310×102	575×315×135	400×180×80	425×230×84

Таблица 4
Сравнительные характеристики отечественной и зарубежной ГСА

Наименование параметра	«Реагент» ВИД-ИК (Россия)	NEO HySрex VNIR-1600 (Норвегия)	Specim AISA Eagle (Финляндия)	ITRES CASI-1500 (Канада)
Спектральный диапазон, нм	400-1000	410-1000	400-970	380-1050
Угол поля зрения, град	35	17	37,7	40
Ширина спектрального канала, нм	до 0,3	3,7	1,25	2,4
Число спектральных каналов	980	160	488	288
Число пикселей по пространственной координате	2048	1600	1024	1500
Геометрический размер точки с высоты 1000 м, м	0,3	0,3	0,68	0,49
Масса, кг	3,2	5,0	6,5	21
Ориентировочная стоимость, тыс. \$	230			400

В случае использования разработанных гиперспектрометров на авиационных носителях они интегрируются с бортовой навигационной системой и обеспечивают передачу данных в каналы связи. Эти системы адаптируются по требованию потребителя к конкретным носителям и целевым назначениям.

В конце 2015 года компания Earth Search Sciences Inc, являющаяся коммерческим поставщиком гиперспектральных датчиков ДЗЗ, запатентовала датчик третьего поколения

OmniProbe, основанный на применении нанотехнологий, для осуществления ГСА в целях формирования изображений. Датчик весит менее 40 фунтов и может быть установлен на борту любого летательного аппарата. OmniProbe быстро и точно отобразит нужный объект с высоты 35000 футов при скорости 500-600 узлов в час. Он оснащен телескопической оптикой для отображения объектов размером до 6 дюймов.

Гиперспектральная аппаратура позволяет вести, как панорамный обзор поверхности земли, над которой пролетает вертолет, так и обзор по направлению полета. На ее основе принципиально возможно создать динамическую полетную карту, где в реальном масштабе времени указывались бы участки поверхности, где в текущий момент времени с заданной вероятностью успеха на данном ЛА, характеризуемом в частности, полезной нагрузкой на борту, величиной остатка топлива и располагаемой мощностью двигателей, при наблюдаемом состоянии окружающей среды можно было бы выполнить посадку.

Возможен также вариант реализации полетной карты, где указываются районы, где посадка принципиально не возможна.

ГСА не демаскирует ЛА, не создает проблем на его борту с электромагнитной совместимостью, поскольку она основана на пассивных измерениях. Существенный недостаток ГСА сегодня – ее высокая стоимость.

Проведенный маркетингово-логистический анализ решения задачи выбора места для внеаэродромной посадки вертолета на неподготовленную поверхность показывает, что на сегодня на рынке нет технического решения в полном объеме удовлетворяющего текущим и перспективным требованиям вертолетной авиации. Не просматривается такое универсальное решение и в ближайшей перспективе. В этих условиях следует рекомендовать разработку комплексной системы, построенной по модульному принципу, и включающей в себя лазерный дальномер, геолокатор, гиперспектральную аппаратуру, спектральную аппаратуру терагерцового диапазона, навигационный модуль, работающий по сигналам существующих и перспективных спутниковых радионавигационных систем (СРНС) в различных режимах. Исполнение отдельных модулей должно предусматривать не только их взаимодействие друг с другом в произвольном составе, но и возможность сопряжения с существующим и перспективным отечественным и зарубежным бортовым радиоэлектронным оборудованием (БРЭО).

С целью оптимизации расходов на БРЭО вертолета следует осуществлять ее предположительную конфигурацию с учетом характера задач, подлежащих решению в текущем и ближайших полетах. Таким образом, модули комплексной системы должны предоставляться в коммерческой авиации в лизинг, как это делается в современных авиационных компаниях в отношении лайнеров.

Перемещение модулей комплексной системы в зависимости от потребностей с одного аэродрома на другой должно осуществляться по заявкам с попутными бортами, а в ближайшем будущем – на беспилотных летательных аппаратах (БЛА) легкого типа, поскольку вес и габариты подсистем позволяют это делать.

При соответствующей государственной поддержке лизинг БРЭО для государственных и частных владельцев вертолетной техники могли бы организовать ее производители и/или разработчики, что не только теоретически их приблизило к нуждам жизни, но и позволило бы заработать прибыль на знании этих нужд. Это приблизит их деятельность к нуждам отечественного и зарубежного рынков вертолетной техники, а самое главное – к текущим нуждам отечественных и зарубежных эксплуатантов вертолетной техники. Количество действующих вертолетов различных типов и лет производства существенно превосходит число вновь изготавливаемых. Во многих случаях остаточная стоимость вертолетов прежних выпусков соизмерима со стоимостью рассматриваемой системы, поэтому владельцы, извлекающие с их помощью прибыль, не будут торопиться ввести ее в постоянный состав БРЭО. Однако с удовольствием возьмут ее в лизинг или на прокат под решение задачи сулящей прибыль.

К финансированию деятельности по лизингу и/или прокату рассматриваемой БРЭО следует привлечь страховые компании. Например, стоимость страховки самого вертолета, пере-

возимого груза и людей должна существенно зависеть на Крайнем Севере, Дальнем Востоке и в районах, к ним приравненных от состава БРЭО вертолета, выполняющего перевозки.

Предлагаемый подход к решению задачи выбора места для внеаэродромной посадки вертолета на неподготовленную поверхность позволит привлечь к ее решению широкий круг разработчиков и специалистов, включая специалистов отечественных вузов, отечественную промышленность, эксплуатантов вертолетной техники, страховые компании и банки, а также, существенно расширить зарубежный сбыт рассматриваемой комплексной системы.

Библиографический список

1. Plaza A., Benediktsson J.A., Boardman J.W., Brazile J., Bruzzone L., Camps-Valls G., Chanussot J., Fauvel M., Gamba P., Gualtieri A., Marconcini M., Tilton J.C., Trianni G. Recent advances in techniques for hyperspectral image processing// Remote Sensing of Environment, 2009, V. 113. P.110 –122.
2. Афанасьев К. А., Бойко А. М., Григорьев М. Н., Дигусов Н. Н., Охочинский Д. М., Охочинский М. Н., Чириков С. А. Инновационно-логистический подход к развитию сложных технических систем: монография. СПб: БГТУ «Военмех», 2016.
3. Афанасьев К. А., Григорьев М. Н., Дигусов Н. Н., Охочинский М. Н., Уваров С. А., Чириков С. А. Логистика. Методы анализа направлений развития комплексных аэрокосмических систем: учебное пособие / под ред. М. Н. Григорьева и С. А. Уварова. СПб: БГТУ «Военмех», СПб ГЭУ, 2016.
4. Афанасьев К. А., Григорьев М. Н., Дигусов Н. Н., Матвеев С. А., Охочинский М. Н., Уваров С. А., Чириков С. А. Логистика. Анализ перспективных задач развития вооружения и военной техники: учебное пособие / под ред. М. Н. Григорьева и С. А. Уварова. СПб: Изд-во СПб ГЭУ, 2016.
5. Бондур В. Г. Современные подходы к обработке гиперспектральных аэрокосмических изображений // Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС» Минобрнауки России и РАН. М.: 2015.
6. Васильев Ю. Б., Михайлов Н. Н., Васильева Г. Ю., Иванов Ю. Л., Захарьин А. О., Андрианов А. В., Воробьев Л. Е., Фирсов Д. А., Григорьев М. Н., Антонов А. В., Иконников А. В., Гавриленко В. И. Терагерцовое излучение из квантовых ям CDHGTE/HGTE с инвертированной структурой зон // Физика и техника полупроводников. 2016. Т. 50. № 7. С. 932 – 936.
7. Виноградов А. Н., Егоров В. В., Калинин А. П., Мельникова Е. М., Родионов А. И., Родионов И. Д. Линейка гиперспектральных сенсоров оптического диапазона // Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН). М.: 2015.
8. Григорьев М. Н., Груберт Л. Ю. Структура и принципы реализации перспективных специализированных вычислителей в малых системах измерения, контроля и управления//Радионавигация и время. 1994. № 2 (5). С. 52 – 55.
9. Григорьев М. Н., Дигусов Н. Н., Уваров С. А. Информационные системы и технологии в логистике: учебник. В трех томах. Том I. Информационные системы в логистике. 2-е изд., перераб. и доп. СПб: Изд-во СПб ГЭУ, 2017..
10. Григорьев М. Н. Маркетинг продукции военного назначения – важный инструмент повышения эффективности российского ОПК // В сб. «Актуальные проблемы современной экономики, менеджмента и коммуникации. Материалы восьмой межвузовской научно-практической конференции». 2012. С. 81 – 85.
11. Григорьев М. Н. Маркетинг. Учебник для прикладного бакалавриата, 5-е изд., перераб. и доп., Сер. 60. Бакалавр. Прикладной курс. М., 2015.
12. Григорьев М. Н. Особенности продвижения на международные рынки российской вертолетной техники // В сб. «Логистические инновации в коммерции и маркетинге. Научная сессия профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов по ито-

гам НИР 2004 г., март – апрель 2005 г.: факультет коммерции и маркетинга: сборник докладов» / под ред. И. Д. Афанасенко. СПб: 2005. С. 89 – 90.

13. *Григорьев М. Н.* Цифровой фазовращатель для точной следящей системы. Депонированная рукопись № 3-5111, 15.12.1976

14. *Григорьев М. Н., Барановский В. В., Григорьев А. П.* Аппаратно-программные средства технического диагностирования специализированной микро-ЭВМ // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Общие вопросы радиоэлектроники. 1990. № 20. С. 35 – 41.

15. *Григорьев М. Н., Бойко А. М., Дигусов Н. Н.* Инновационно-логистический анализ отдельных перспективных направлений развития беспилотных систем // В сборнике: Седьмые Уткинские чтения. Труды МНТК. СПб: БГТУ «Военмех», 2016. С. 172 – 179.

16. *Григорьев М. Н., Бойко А. М., Дигусов Н. Н.* Инновационный подход к обеспечению взлета и посадки беспилотных летательных аппаратов самолетного типа // В сб. «Инновационные технологии и технические средства специального назначения. Труды VII Общероссийской научно-практической конференции». СПб: БГТУ «Военмех», 2015. С. 49 – 54.

17. *Григорьев М. Н., Бойко А. М., Дигусов Н. Н.* Перспективная система точной посадки для автономных БЛА вертолетного типа // В сб. «Инновационные технологии и технические средства специального назначения. Труды IV ОНПК». СПб: БГТУ «Военмех», 2013. С. 54 – 58.

18. *Григорьев М. Н., Васильев Ю. Б., Андрианов А. В., Казачинский А. В.* Инновационно-логистические подходы к мониторингу уровня угрозы национальной безопасности с помощью электромагнитного излучения терагерцевой области // В б. «Инновационные технологии и технические средства специального назначения. Труды VIII ОНПК». СПб: БГТУ «Военмех», 2016. С. 343 – 345.

19. *Григорьев М. Н., Вольф Е. В.* Математический аппарат нечетких множеств и экономические проблемы страхования транспортных средств // В сб. «Рыночные стратегии: Россия – Германия. Международная конференция» / под ред. И.А. Максимцева. 2005. С. 115 – 117.

20. *Григорьев М. Н., Груберт Л. Ю.* Эволюция конструкции специализированных вычислителей, использующих магистральный параллельный интерфейс // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Общие вопросы радиоэлектроники. 1992. № 6. С. 92 – 96.

21. *Григорьев М. Н., Груберт Л. Ю., Иванов В. Н., Писарев С. Б.* Система для передачи информации. Патент на изобретение RUS 2158967, 03.07.1998

22. *Григорьев М. Н., Долгов А. П., Уваров С. А.* Логистика. Продвинутый курс. Учебник в 2-х томах. Том 2, 4-е изд., перераб. и доп., Сер. Бакалавр и магистр. Академический курс. М.: 2016.

23. *Григорьев М. Н., Карасев А. С., Карасев П. А., Морозова Е. Ю.* Экономика научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Учебное пособие в трех томах. Том III Стимулирование, внедрение и оценка результатов НИОКР – СПб: 2016.

24. *Григорьев М. Н., Краснова Е. Ю.* Маркетинг в сфере экспорта продукции военного назначения, СПб: БГТУ «Военмех», 2009.

25. *Григорьев М. Н., Краснова Е. Ю.* Маркетинг продукции военного назначения. Учебник. СПб: 2011.

26. *Григорьев М. Н., Краснова Е. Ю.* Основные конкуренты российской федерации в сфере экспорта продукции военного назначения учебное пособие для вузов. СПб: 2010.

27. *Григорьев М. Н., Краснова Е. Ю.* Практический маркетинг в сфере экспорта вооружений. СПб: 2008.

28. *Григорьев М. Н., Максютенко Ю. А., Шебшаевич В. С.* Спутниковая радионавигационная система. Патент на изобретение RUS 1840714, 23.09.1977.

29. *Григорьев М. Н., Уваров С. А.* Логистический взгляд на совершенствование организации снабжения заповедных объектов страны горюче-смазочными материалами // Данное издание.

30. Козодеров В. В., Кондранин Т. В., Дмитриев Е. В., Казанцев О. Ю., Персеев И. В., Щербаков М. В. Обработка данных гиперспектрального аэрокосмического зондирования // Исследование Земли из космоса, 2012, №5. С.3 – 11.
31. Кузнецов А. Ю. Проблемы создания отечественных видеоспектрометров на примере гиперспектрального комплекса «Фрегат» // Научное обозрение. 2015. №2. С. 118 – 123.
32. Кузнецов А. Ю. Реализация системы изменения размеров изображения, формируемого входным объективом видеоспектрометра / Чиков К.Н., Гатчин Ю.А., Красавцев В.М. // Вестник компьютерных и информационных технологий. Москва. 2015. №1. С. 10 – 13.
33. Мищенко И. Н., Волынкин А., Волосов П. С., Григорьев М. Н. Глобальная навигационная система «НАВСТАР» // Успехи современной радиоэлектроники. 1980. № 8. С. 52 – 83.
34. Научные исследования в Арктике. Том 3. Дистанционное зондирование морских льдов на северном морском пути: изучение и применение / Йоханнесен О.М., Александров В.Ю., Фролов И.Е. и др. СПб: Наука, 2007. с. 212 – 214.
35. Охочинский М. Н. Информационно-аналитическая работа в ракетостроении: учебное пособие для вузов. СПб: БГТУ «Военмех», 2007.
36. Охочинский М. Н. Конкурентный системный мониторинг и оценка достоверности информации // Инновации. 2011. № 3. С. 102 – 104.
37. Робот исследует льды // Пресс-Регион Плюс, №1, СПб, 2009, с.4
38. Финкельштейн М. И., Лазарев Э. И. Радиолокационный видеоимпульсный измеритель толщины морского льда как новое перспективное средство ледовой разведки // Труды ААНИИ. СПб: 1977. Т. 343. С. 104 – 113.
39. Шебшаевич В. С., Григорьев М. Н., Кокина Э. Г., Мищенко И. Н., Шишман Ю. Д. Дифференциальный режим сетевой спутниковой радионавигационной системы // Успехи современной радиоэлектроники. 1989. № 1. С. 5 – 32.

УДК 33 : 629.735.45

МАРКЕТИНГОВО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫНКА ПОДСИСТЕМ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ С БОРТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

М. Н. Григорьев, С. А. Матвеев

Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д. Ф. Устинова

Столкновение летательных аппаратов (ЛА), прежде всего вертолетов, с проводами высоковольтных линий электропередач (ЛЭП), находящихся по курсу полета стали печальными реалиями наших дней, как за рубежом, так и в нашей стране. Катастрофа вертолета Ми-8, на борту которого находился губернатор Красноярского края генерал-майор А. И. Лебедь, – яркий тому пример.

Рост количества вертолетов, в том числе тех, которые эксплуатируются частными лицами и непрофильными структурами, увеличение популярности вертолетных перевозок людей, полеты профессиональных экипажей над незнакомой местностью на предельно малой высоте при выполнении, например, контр - террористических и гуманитарных операций ставят на повестку дня вопрос о применении подсистем раннего обнаружения с борта летательного аппарата линий электропередач (далее- подсистем) на обязательной основе.

Логистический анализ развития транспортных средств, перемещающихся на малой высоте, указывает на бурный рост в недалеком будущем применения беспилотных летательных