



129128, г. Москва, ул. Ростокинская, д. 9 тел: 8(499) 181-37-14 факс: 8(499) 187-81-86 <http://ipg.geospace.ru>
ИНН 7716023812 КПП 771601001 ОГРН 1037739073536

Исх. № _____ от .

на № _____ от

ОТЗЫВ

официального оппонента Минлигареева Владимира Тимуровича на диссертационную работу Виноградова Юрия Анатольевича «Аппаратно-программный комплекс пассивной инфразвуковой локации объектов, движущихся в атмосфере», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»

Актуальность темы.

В обеспечении экологической безопасности ракетно-космической деятельности социально-экономического и оборонно-промышленного сектора Российской Федерации значительную роль играют системы контроля траекторий и ускоренной локации мест падения отделяющихся частей ракет-носителей (ОЧРН), поскольку эти фрагменты могут провоцировать загрязнение почв и водоемов или вызывать пожары и механические разрушения инфраструктурных объектов. В сложившейся многолетней практике площади и безопасные границы районов падения оконтуриваются на основе прогнозного математического расчета баллистических траекторий падающих фрагментов (ступеней РН), при этом в недостаточной мере учитывается отклонение реальных геометрических параметров ОЧРН от осредненных моделей, а также в большинстве случаев не принимаются во внимание состояние атмосферы на различных высотных уровнях в районах падения. Измерительные средства, которые могут использовать поисковые группы для определения точек падения фрагментов на сегодняшний день практически отсутствуют либо крайне громоздки и дороги. При пусках РН с космодрома Байконур в степной зоне это обстоятельство не служило критическим фактором успешности поисков, но при переносе основного объема запусков РН на космодромы Плесецк и Восточный с преобладанием горно-таежных и болотистых ландшафтов в районах падения ОЧРН указанный фактор становится приоритетным, поскольку применение традиционных оптических и радиолокационных технических средств мониторинга затруднено или практически невозможно из-за отсутствия



транспортных путей и стационарных источников энергоснабжения. В этих условиях оптимальным решением проблемы эффективного поиска ОЧРН, несущих угрозу нарушения стабильности экосистем в местах падения на землю, может стать применение предлагаемых диссертантом мобильных портативных аппаратно-программных комплексов с низким уровнем энергопотребления. Тем самым обеспечивается оперативное (в течении 1-3 суток) развертывание в районах падения со сложными ландшафтными условиями временных пространственно-разнесенных систем для высокоточной локации фрагментов РН на нисходящих траекториях новым методом пассивной инфразвуковой пеленгации объектов, движущихся в атмосфере на высотах 50-20 км со сверхзвуковой и околозвуковой скоростью. Актуальность создания и имплементации такого измерительного средства в практику деятельности ракетно-космического сектора очевидна.

Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации.

Диссертационная работа представляет собой целостное, завершенное исследование на заданную тему.

Список публикаций автора диссертационной работы отражает основные теоретические и практические результаты исследования и содержит полноценную аргументацию положений, выносимых диссертантом на защиту.

Автореферат диссертации полностью соответствует основному контенту диссертации.

Автором сформулированы 4 положения теоретической и прикладной направленности, выносимые на защиту:

- новый алгоритм детектирования инфразвуковых сигналов;
- новый метод пеленгации инфразвуковых сигналов по нескольким инфразвуковым группам;
- новый действующий аппаратно-программный комплекс инфразвуковой локации;
- база данных волновых форм инфразвуковых сигналов, генерируемых в атмосфере отделяющимися от ракет-носителей и падающих на землю.

Результаты работы, составляющие суть защищаемых положений, представлялись на всероссийских и международных конференциях, прошли научное рецензирование при публикации в периодических изданиях, регламентированных ВАК и индексируемых в ведущих библиографических базах данных (РФФИ, SCOPUS, Web of Science). Работа выполнялась автором в течении достаточно большого периода времени на основе системного



проблемно-ориентированного подхода, позволившего последовательно имплементировать в конечный продукт все более точные математические и физические модели, новейших достижений в области информационных технологий и коммуникаций при процессинге больших потоков данных. Это позволило создать и успешно верифицировать на практике пионерный программно-аппаратный комплекс для инфразвуковой пеленгации движущихся объектов.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается большим объемом фактического материала, полученного автором в ходе проведения полевых экспериментов, а также высокой коррелируемостью расчетных математических моделей с экспериментальными фактурными данными по распространению импульсных возмущений инфразвуковых полей в неоднородной атмосферной среде.

Новизна исследования состоит в использовании выявленных в последнее десятилетие закономерностей распространения инфразвуковых волн в атмосфере и современных средств регистрации и передачи инфразвуковых полей для создания аппаратно-программного комплекса, позволяющего надежно прогнозировать места возможных падений фрагментов ракет-носителей на земную поверхность в широком диапазоне ландшафта и климатической обстановки.

Практическая значимость диссертационной работы:

- разработан новый метод инфразвуковой пеленгации движущихся в атмосфере объектов, позволяющий в десятки раз сократить зоны поиска приземлившихся фрагментов отделяемых частей ракет-носителей. Таким образом сокращаются материальные, энергетические и финансовые затраты на реабилитацию природной среды в штатных районах падения ОЧ РН, выделяемых в пользование ГК «Роскосмос» на территории России и Казахстана;

- применение пилотного комплекса инфразвуковой пеленгации обеспечило инструментальное подтверждение успешного выполнения программы первого испытательного пуска ракеты-носителя легкого класса «Ангара 1.2» в части достижения запланированных показателей точности приземления целевых блоков на полигоне Кура на полуострове Камчатка, а также выполнение регламентных требований по экологической безопасности особо охраняемых



природных территорий, расположенных на трассе запуске ракеты-носителя «Ангара А5»;

- показана возможность применения новой технологии дистанционного инфразвукового мониторинга для решения других практических задач, в частности таких как мониторинг откола айсбергов, мониторинг схода снежных лавин и других.

Результаты диссертационной работы внедрены в эксплуатацию двумя предприятиями ГК «Роскосмос».

В диссертации приводится описание мобильного автономного аппаратно-программного комплекса пассивной инфразвуковой локации, разработанного автором в Кольском филиале ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН». Комплекс прошел экспериментальную верификацию в составе системы измерительных средств ГК «Роскосмос», обеспечивающих безопасность при проведении пусков ракеты-носителя нового типа «Ангара». Использование комплекса дало возможность автору разработать оригинальный метод инфразвуковой пеленгации объектов, движущихся в атмосфере со сверхзвуковой скоростью и генерирующих ударные волны в атмосфере. Данный метод был впервые успешно применен для целей ракетно-космической отрасли, доказав свою высокую эффективность, при применении в районах падений 1-х и 2-х ступеней ракет-носителей «Союз», «Протон» и «Ангара».

Замечания и недостатки в содержании и оформлении диссертации

1. Диссертация написана на хорошем научном языке, однако в тексте диссертации обнаружено несколько стилистических и грамматических ошибок.

2. В п 3.4 раздела 3 описывается программная часть мобильного автономного аппаратно-программного комплекса пассивной инфразвуковой локации. Назначение и функциональность используемых программ представлены в кратком виде, не позволяющая оценить их реальные возможности и конечный результат, достигаемый по окончании их работы.

3. Отсутствует детальное описание интерфейса между программой-интегратором IPL b оператором комплекса, что затрудняет объективную оценку удобства пользования данным программным комплексом.

4. В Заключение приводится список разделов, в которых обосновывается то или иное защищаемое положение. Целесообразно также в конце каждого раздела делать предварительный вывод.

Однако указанные недостатки не снижают научной и практической значимости представленной работы.



Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

В целом, выполненная работа является оригинальной, а разработанные методы, математические модели и реализующие их программные комплексы и аппаратные средства удовлетворяют критериям новизны. Диссертация Виноградова Юрия Анатольевича «Аппаратно-программный комплекс пассивной инфразвуковой локации объектов, движущихся в атмосфере» является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям ВАК, соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Виноградов Юрий Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Официальный оппонент -

заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт прикладной геофизики им. академика Е. К. Федорова» (ФГБУ «ИПГ»), доктор технических наук (специальность 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»), доцент, почётный метролог Российской Федерации.

Минлигареев Владимир Тимурович

129128, г. Москва, ул. Ростокинская, 9

Тел.+7(499)181-39-66

E-mail: metrologo@mail.ru

Подпись Минлигареева В.Т. заверяю:

Ученый секретарь ФГБУ «ИПГ»

М.П

«25» апреля 2022 г.



к.ф.-м.н. Хотенко Е.Н.

