

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д 327.008.01 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ “ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ГЕОФИЗИКИ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА Е.К. ФЕДОРОВА”
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 декабря 2020 г. протокол № 3.

О присуждении КВИТКЕ ВАСИЛИЮ ЕГОРОВИЧУ (гражданство РФ) ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Программно-аппаратный комплекс детектора молний космического базирования» в виде рукописи, представляемой на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 (Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий) принята к защите 30 сентября 2020 года (протокол №2) диссертационным советом Д 327.008.01 (Приказ Министерства образования и науки РФ №156/нк от 1.04.2013 с изменениями) на базе федерального государственного бюджетного учреждения “Институт прикладной геофизики имени академика Е.К. Федорова” (ФГБУ “ИПГ” 129128, г. Москва, ул. Ростокинская, 9) федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет).

Соискатель Квитка Василий Егорович, 1993 года рождения.

В 2016 г. окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» (МФТИ) по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика.

В 2020 г. окончил очную аспирантуру МФТИ по направлению подготовки 12.06.01 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии», специальность 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

В период подготовки диссертации (с 2016 года по настоящее время) соискатель Квитка Василий Егорович работает в Филиале АО «РКЦ «Прогресс» - НПП «ОПТЭКС» на должности ведущего инженера отделения 11.

Диссертация выполнена на кафедре систем, устройств и методов геокосмической физики МФТИ. Научный руководитель – к.т.н. Ключников Максим Владимирович - первый заместитель директора филиала, заместитель главного конструктора Филиала АО «РКЦ «Прогресс» - НПП «ОПТЭКС».

Официальные оппоненты:

Майорова Вера Ивановна доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ им. Н. Э. Баумана и Гектин Юрий Михайлович кандидат технических наук, заместитель начальника отделения АО «Российские космические системы» дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО ЦНИИмаш) (Московская

область, г. Королев) в своем положительном отзыве, рассмотренном на заседании секции НТС №10 17 ноября 2020 года, подписанном А.В. Карелиным, доктором физико-математических наук, доцентом, начальником отдела космических систем гидрометеорологического и геофизического обеспечения и утвержденным и.о. генерального директора доктором технических наук, профессором В.В. Хартовым, указала, что в тексте диссертации, заключении, автореферате и защищаемых положениях отсутствует конкретный перечень критериев, используемых при формировании алгоритма обработки снимков в автоматическом режиме и выносимых на защиту; в тексте диссертации есть незначительные опечатки, не приводящие к существенным смысловым искажениям. Не понятен смысл полного повторения текста с формулами и рисунком в главах 2 и 3 (стр. 64-65 и стр. 99-100 соответственно); возможность адаптации характеристик прибора сведена к выбору режима цифрового бинирования в зависимости от контраста фона (день-ночь) и перспективной возможностью синхронизации с детектором гамма-излучения. Однако, в явном виде не приведены количественные критерии выбора различных режимов бинирования; известно, что вероятностные характеристики алгоритмов обнаружения существенным образом зависят от качества адаптации, в данном случае, в частности, от числа элементов (кадров) и способа усреднения. Указанному вопросу в диссертации практически не уделено внимание с теоретической точки зрения. Точнее, в работе показано, что количество кадров, используемых при усреднении, очень велико и выше указанным замечанием можно пренебречь. Тем не менее, вопросу правомерности расчётов по приведённым автором в работе формулам вероятности ложной тревоги и вероятности правильного обнаружения следует уделить внимание.

Материалы диссертации отражены в 15 работах, опубликованных соискателем (общим объемом 4 п.л.), в том числе 3 работы опубликованы в изданиях, входящих в перечень ВАК:

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

- 1) Квитка В.Е., Блинов В.Д. Обработка изображений на борту КА ДЗЗ методом инверсной фильтрации // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы, 2018, т. 5 №1, стр. 39-47;
- 2) Sharkov E.A., Kuzmin A.V., Vedenkin N.N., Jeong S., Ermakov D.M., Kvitka V.E., Kozlova T.O., Komarova N. Yu., Minaev P. Yu., Park Il. H., Pashinov E.V., Pozanenko A.S., Prasolov V.O., Sadovskii I.N., Sazonov D.S., Sterlyadkin V.V., Khapin Yu. B., Hong G., Chernenko A.M. Convergence Space Experiment: Scientific Objectives, Onboard Equipment, and Methods of Solving Inverse Problems. // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2019, Vol. 55, No. 9, pp. 1437–1456.
- 3) Квитка В.Е. Моделирование и макетирование космического детектора молний // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение, 2020, №3 (132), с. 4–17. DOI: <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2020-3-4-17> .

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов (все положительные).

Заместитель директора – технического директора АО «НПП «ЭЛАР», к.т.н. М.В. Четвергов, а также заместитель генерального конструктора по научной работе, к.т.н. М.В. Борисов. и заместитель главного конструктора, АО «РКЦ «Прогресс» к.т.н. Л.Б. Шилов отметили отсутствие в автореферате детального описание процедуры цифрового бинирования, являющегося одной из составляющих обработки снимков, получаемых детектором молний (ДМ);

доцент кафедры космического машиностроения Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва к.т.н. И.С. Ткаченко указал, что в автореферате не описан метод расчёта соотношения сигнал/шум и вероятности обнаружения отблеска, а также употребляется выражение «Установлено, что совпадение результатов моделирования и эксперимента составляет 10...15%». Однако затем, приводится пример данных, полученных экспериментально и с помощью моделирования, и при сравнении, приводится вывод, что «расхождение» составляет всего 7%. Тогда очевидно, что и в первой фразе уместно говорить о расхождении результатов на 10-15%, а их «совпадение» или сходимость в этом случае будут составлять соответственно 85-90%;

ведущий научный сотрудник АО «НПО им. Лавочкина» д.т.н. Занин К.А. отметил ряд замечаний, среди них: - предлагаемая оптическая схема объектива с переносом изображения достаточно сложна, имеет высокую светосилу и много оптических компонентов, при этом не представлен анализ влияния на качество изображения погрешностей юстировки и фокусировки, а также температурных перепадов в условиях космического полета; в автореферате не рассмотрен вопрос фильтрации ложных сигналов от заряженных космических частиц, не рассмотрено изменение чувствительности и величины сигнала фона в условиях космической радиации на орбите космического аппарата (КА); не рассмотрены требования к точности привязки координат детектируемых молний и соответствующие требования к стабильности параметров прибора и системы ориентации КА;

старший инженер-программист отдела космических систем АО «НПО «Лептон» к.т.н. Щербина Г.А. отметил, что нет в явном виде указания на возможность автоматической адаптации характеристик детектора молний в зависимости от яркости фона. Из работы можно сделать заключение, что детектор молний действительно способен изменять свои целевые характеристики, но это осуществимо только по указанию наземного центра управления;

начальник сектора отдела разработки и внедрения информационного и программного обеспечения (Филиал АО «РКЦ «Прогресс» - ОКБ «Спектр») к.т.н. доцент А.А.Кащеев указывает, что в автореферате в главе 3 было бы целесообразно привести критерии обнаружения молнии, а также упрощенную методику расчета информационных потоков детектора молний на основе данных о молниевой активности в разных регионах Земли; с целью повышения вероятности обнаружения молнии полезно было бы рассмотреть методы цифрового спектрального анализа (авторегрессионный метод, метод Уэлча, периодограммный метод, метод максимальной энтропии и т.д.) при

автоматическом обнаружении молний на снимках; в автореферате на рисунке 4 угол падения обозначен как « Γ », тогда как выше по тексту применено обозначение « θ »;

последнее замечание приведено и в отзыве начальника ЦКБ к.т.н. Г.Н. Полищука и начальника СКБ космической техники АО «ЛОМО» В.А.Данилова:

заместитель начальника отдела комплексного проектирования бортовой аппаратуры филиала ООО «Ижевский радиозавод» в г. Москве – КБ «Робототехника» к.ф.-м.н. А.В.Верховцева сделала следующие замечания: не представлены временные характеристики по скорости работы алгоритма автоматического обнаружения молний; не представлены примеры, на каких аппаратных вычислительных средствах для детектора молний космического базирования мог бы быть реализован данный алгоритм (программируемая логическая интегральная схема или микропроцессор);

заместитель генерального директора по науке АО «Институт навигационных технологий» к.т.н. доцент Юрасова Л.В. отметила, что в автореферате на рисунке 5 по одной из осей отложена переменная f/D , тогда как более традиционной является обратная ей величина D/f (относительное отверстие). Также было бы целесообразно привести в автореферате блок-схему алгоритма обработки снимков, отражающую хотя бы ключевые его особенности.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием специалистов и публикаций по тематике защищаемой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

-впервые в отечественном приборостроении систем ДЗЗ разработан облик оптического детектора молний с гибкими характеристиками на основе КМОП-фотоприёмника. При этом учтены возможности существующей производственной базы, коммерческая доступность фотоприёмников, задача минимизации массы и габаритов прибора;

-доказана обоснованность физической модели молнии, ориентированной для применения как на низкоорбитальных пилотируемых (МКС) и автоматических КА, так и на геостационарных КА.

-предложены направления развития низкоорбитальных детекторов: переход с приборов с зарядовой связью на КМОП-фотоприёмники, введение диапазона цифрового бинирования пикселей, реализация гибкости характеристик, гарантированная работа на дневной стороне витка;

-введены критерии обнаружения отблесков молний, исключаящие ложные тревоги, порождаемые искусственными источниками света и шумовыми сигналами. На основе критериев разработан алгоритм автоматической обработки изображений, получаемых ПАК ДМ.

Теоретическая значимость исследования состоит в том, что:

предложена концепция детектора молний с гибкими характеристиками, построенного на основе КМОП-фотоприёмника;

введены принципы расчётно-теоретического анализа детекторов молний космического базирования и формирования требований к составным частям их оптических систем;

разработан алгоритм обработки снимков, получаемых детектором молний;

создан и успешно опробован способ моделирования снимков, получаемых детектором молний в различных условиях съёмки.

Практическое значение диссертационной работы заключается в применении полученных результатов при выполнении эскизного проекта детектора молний для комплекса научной аппаратуры «Конвергенция», создаваемого для работы на МКС. Дальнейшая разработка темы диссертационной работы даст возможность создания методического обеспечения наземных и лётных испытаний низкоорбитального детектора молний с гибкими характеристиками.

Результаты работы были использованы:

- 1) В Филиале АО «РКЦ «Прогресс» - НПП «ОПТЭКС» при выполнении эскизного проекта детектора молний для космического эксперимента «Конвергенция». Комплекс научной аппаратуры создаётся для МКС совместно с ИКИ РАН.
- 2) В Филиале АО «РКЦ «Прогресс» - НПП «ОПТЭКС» при выполнении предпроектных работ и формировании технических предложений по созданию перспективного детектора молний для геостационарного КА «Электро-М»;
- 3) В учебном процессе МФТИ, зимняя школа бакалавров «Абсолютное будущее - 2018».

Достоверность полученных результатов подтверждается:

- согласованием применяемых в диссертации теоретических положений с опубликованными работами других исследователей;

- сходимостью результатов расчётно-теоретического анализа и моделирования работы детектора молний;

- многократной апробацией результатов работы на отраслевых конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все этапы работы, включая постановку цели и выявление необходимых к решению задач, анализ выполненных ранее исследований по схожей тематике, выбор и использование математических и физических моделей, обоснование требуемых характеристик создаваемого прибора, расчётно-теоретическое обоснование параметров оптико-электронного блока, создание критериев обнаружения молний и построение алгоритма обработки изображений на их основе, научно-технические решения, связанные с макетированием детектора молний, выполнялись лично соискателем.

На заседании 16 декабря 2020 года диссертационный совет принял решение присудить Квитке Василию Егоровичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» и 7 докторов наук по специальности 25.00.29 «Физика атмосферы и гидросферы», участвовавших в заседании, из 21 члена совета, входящих в состав совета, проголосовали: 13 за , 0 против, 1 недействительный бюллетень.

Председательствующий
Зам. председателя диссертационного
совета


Данилов Алексей Дмитриевич

Ученый секретарь диссертационного совета Хотенко Елена Николаевна

16 декабря 2020 года

