

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.233.05
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»,
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 27 июня 2017 г. № 9/17
о присуждении Киселеву Виктору Юрьевичу, гражданину Российской
Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Оценка качества траекторной обработки в
радиолокационных системах управления воздушным движением»

по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация»

принята к защите 18 апреля 2017 года, протокол № 6/17,
диссертационным советом Д 212.233.05 на базе Федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения», Министерство образования и науки
Российской Федерации, 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская,
д.67, приказ №741/нк от 08.07.2015 г.

Соискатель Киселев Виктор Юрьевич, 1990 года рождения, гражданин
Российской Федерации, окончил Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский
государственный университет аэрокосмического приборостроения» в 2013
году. С 2013 года по настоящее время является аспирантом очной формы
обучения в ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического приборостроения».

Диссертация выполнена на кафедре радиотехнических систем
Федерального государственного автономного образовательного учреждения

высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Монаков Андрей Алексеевич, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», кафедра радиотехнических систем, профессор.

Официальные оппоненты:

1. Сеницын Евгений Александрович, доктор технических наук, профессор, Акционерное общество «Ордена Трудового Красного Знамени Всероссийский научно-исследовательский институт радиоаппаратуры» (АО «ВНИИРА»), НИО-50811000, начальник;

2. Коновалов Александр Анатольевич, кандидат технических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»), кафедра радиотехнических систем, научный сотрудник;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Открытое акционерное общество «Центральное научно-производственное объединение «ЛЕНИНЕЦ» (ОАО «ЦНПО «ЛЕНИНЕЦ»), г. Санкт-Петербург, в своем **положительном** заключении, подписанном Поляковым Вадимом Борисовичем, доктором технических наук, доцентом, начальником научно-исследовательского отделения; Большаковым Андреем Николаевичем, кандидатом технических наук, главным научным сотрудником научно-исследовательское отделения, утвержденном Помозовой Татьяной Геннадьевной, кандидатом технических наук, доцентом, ученым секретарем, указала, что диссертация Киселева В. Ю. является завершенной научно-квалификационной работой. Диссертация полностью отвечает критериям, изложенным в Положении о

присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842, а ее автор, Киселев Виктор Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация».

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 12 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 4. В работах представлено описание системного подхода к вопросам оценки качества траекторной обработки. Приведено описание разработанных алгоритмов в методик выбора и оценки показателей качества траекторной обработки. Описаны результаты экспериментальных исследований. В работах, опубликованных вместе с соавторами, личный вклад соискателя состоял в разработке показателей качества траекторной обработки, методики и алгоритмов их оценивания, а также проведении имитационного моделирования. Общий объем научных изданий составляет 6 печатных листов. Получены акты о внедрении результатов диссертационной работы от двух организаций: АО «Научно-производственное предприятие «Калужский приборостроительный завод «Тайфун»» и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Киселев, В. Ю. Оценка качества алгоритмов траекторной обработки в радиолокационных системах управления воздушным движением: обнаружение треков/ В. Ю. Киселев, А. А. Монаков // Радиотехника. –2016. – № 3. – С. 28 – 36.

2. Киселев, В. Ю. Оценка качества алгоритмов траекторной обработки в радиолокационных системах управления воздушным движением: ассоциация измерений / В. Ю. Киселев, А. А. Монаков // Успехи современной радиоэлектроники. – 2016. – № 8. С. 55 – 66.

3. Киселев, В. Ю. Оценка качества алгоритмов траекторной обработки в радиолокационных системах управления воздушным движением:

фильтрация треков / В. Ю. Киселев, А. А. Монаков // Успехи современной радиоэлектроники. – 2017. – № 2. – С. 34 – 49.

4. Киселев, В. Ю. Предсказание траектории воздушного судна в автоматизированных системах управления воздушным движением / В. Ю. Киселев, А. А. Монаков // Информационно-управляющие системы. – 2015. – №4. – С. 33 – 40.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы из 13 организаций (все отзывы положительные):

1. ЗАО «Азимут-Альянс» (подписал главный конструктор кандидат технических наук Миролюбов А.М.). Замечания: 1) автор не рассматривает показатели качества, характеризующие процесс удаления треков; 2) при моделировании используется предположение о нормальности распределения ошибок РЛС; 3) рисунки в автореферате имеют трудночитаемые подписи.

2. ЗАО «Научно-производственный центр «Аквамарин» (подписал заместитель генерального директора по научно-производственным связям доктор технических наук Рудинский А.В.). Замечания: 1) из автореферата не ясно, каким образом получены функции принадлежности для полной системы показателей (стр. 16) в алгоритме Мамдани на первом уровне алгоритма нечеткого логического вывода; 2) в автореферате не сообщается, каким количеством испытаний обеспечивается статистическая представительность оценок всех выбранных показателей качества.

3. АО «Челябинский радиозавод «Полет» (подписал начальник научно-технического центра доктор технических наук, профессор Родионов В.В.). Замечания: 1) из автореферата непонятна структура разработанного имитатора воздушной обстановки; 2) нет информации о количестве экспертов, участвовавших в опросе.

4. ООО «Научно-производственное предприятие «Цифровые радиотехнические системы»» (подписал заместитель директора центра разработок, кандидат технических наук, доцент Антохин Е.А.). Замечания: 1) представлены результаты сравнительного моделирования систем траекторной обработки на ограниченном множестве моделей движения

воздушных судов; 2) не приведены результаты оценки вычислительных ресурсов, требуемых для функционирования разработанного программного обеспечения.

5. ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (подписал заведующий кафедрой СМиИГ Московского авиационного института, кандидат технических наук, доцент Хорошко Л.Л.). Замечания: 1) следовало бы провести анализ вычислительной сложности исследуемых алгоритмов траекторной обработки; 2) в автореферате следовало привести параметры моделируемых сценариев радиолокационного сопровождения.

6. ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева» (подписал доцент кафедры управления воздушным движением и навигации, кандидат технических наук Лушников А.С.). Замечание: вызывает некоторое сомнение значимость предложенных в данной работе наборов показателей качества траекторной обработки прои широкое внедрении перспективных и более точных средств наблюдения ВС, таких как, автоматическое зависимое наблюдение (ADS-B) и многопозиционные системы наблюдения (MLAT).

7. ООО «Контур-НИИРС» (подписал начальник лаборатории, кандидат технических наук Вешенцев М.В.). Замечания: 1) из автореферата не ясно, существуют ли аналоги предлагаемого решения; 2) не ясно, исходя из каких соображений был составлен список экспертов, среди которых распространялся опросный лист.

8. ФГКВОУ ВО «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (подписали: профессор кафедры радиотехнических систем (и средств обеспечения полетов) доктор технических наук, профессор Нахмансон Г.С., начальник 12 научно-исследовательского отдела научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией ВВС) кандидат технических наук, доцент Чумичкин А.А., заместитель начальника 12 научно-исследовательского отдела научно-

исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией ВВС) кандидат технических наук Толчков А.Н.). Замечания: 1) на странице 13 автореферата при анализе качества алгоритмов траекторной обработки сформулирован вывод, что последнее «...растет с ростом качества первичной обработки» следует заменить, что качество первичной обработки радиолокационной информации определяется величиной достигаемого отношения сигнал/шум. Поэтому наиболее целесообразным является вывод о зависимости качества алгоритмов траекторной обработки от достигаемого отношения сигнал/шум; 2) о результатах расчетов характеристик качества траекторной обработки, представленных на рис. 2 – 5 можно судить только качественно из-за мелкого нечитаемого шрифта разметки осей.

9. ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации» (подписал заведующий кафедрой «Технической» эксплуатации радиоэлектронного оборудования воздушного транспорта» кандидат технических наук, доцент Болелов Э.А.). Замечания: 1) во второй, третьей и четвертой главах говорится о первоначальных системах показателей, характеризующих этапы траекторной обработки, однако не дается перечень этих показателей и не определяется критерии выбора из этого перечня наиболее значимых; 2) в шестой главе говорится о необходимости определения лингвистических переменных и функций принадлежности, но в автореферате не приводится перечень лингвистических переменных и вид функций принадлежности.

10. ОАО «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца» (подписал ведущий научный сотрудник, доктор технических наук, профессор Сазонов В.В.). Замечания: 1) выбор аппарата нечеткой логики для решения задачи интегральной оценки качества траекторной обработки выглядит недостаточно обоснованным; 2) моделировались двумерные траектории движения воздушных судов.

11. АО «Концерн «Океанприбор» (подписали: Ведущий математик Янпольская А.А., главный ученый секретарь, доктор технических наук, профессор Максимов В.В.) Замечания: 1) есть неточности в оформлении. При

ссылках на рисунки содержащие два графика необходимо четко указывать на каком графике, что и как отображается. Пример подрисуночной подписи «Рисунок 4 – Зависимости смещения $b_X^{\Phi T}$ и СКО $s_X^{\Phi T}$ оценки положения ВС в тангенциальном направлении от СКО оценки местоположения $\sigma_{МП}$ »; 2) по главам 1-3. Предложенные в главах 1, 2, 3 критерии качества в основном совпадают с классическими, а отсутствие в автореферате хотя бы нескольких примеров отброшенных в процессе анализа критериев качества не позволяет полноценно оценить проведенные автором исследования; 3) автором заявлено, что целью диссертационной работы является выбор показателей качества траекторного сопровождения в радиолокационных комплексах автоматизированных систем управления воздушным движением и разработка методики оценивания выбранных показателей качества. Однако в тексте автореферата (главы 2-5), дополнительно к заявленной цели на основе анализа показателей качества для ограниченного набора конкретных моделей движения и конкретной структуры многопозиционной РЛС даны общие выводы по алгоритмам траекторного анализа, которые могут оказаться ошибочными в других условиях. Эти результаты следовало бы привести как примеры применения выбранных ПК и методики их оценивания.

12. АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» (подписал начальник группы 1214 кандидат технических наук Шафранюк А.В.). Замечания: 1) не раскрыта в достаточной степени необходимость выработки новых показателей качества по сравнению с используемыми в существующих стандартах, а также связь между ними; 2) не указывается как выбирается временной интервал для определения вероятности обнаружения истинного трека, что будет оказывать влияние при его определении на основе модельных данных; 3) из текста реферата не поясняется, почему вероятности правильного обнаружения и ложной тревоги рассматриваются как две независимые величины, при наличии между ними непосредственной связи; 4) в тексте автореферата не указывается, каким образом на основе зависимостей (графиков) получают показатели качества (либо для каких фиксированных значений, например, вероятности правильного обнаружения).

13. АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей» (подписал директор департамента систем и средств ОрВД и ГЛОНАСС кандидат технических наук Иванов В.П.). Замечания: 1) в работе отсутствуют данные о существующих в настоящее время средствах оценки качества траекторной обработки; 2) из автореферата не ясно, каким образом получены алгоритмы оценки показателей качества и какова их потенциальная эффективность.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их достижениями в области обработки радиолокационной информации, траекторного сопровождения воздушных судов и наличием соответствующих публикаций, в том числе в ведущих журналах и изданиях, определенных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны алгоритмы статистического оценивания предложенных показателей качества; алгоритм вычисления интегрального показателя качества системы траекторной обработки, учитывающий требования, предъявляемые к качеству системы траекторной обработки в целом;

предложены показатели качества для этапов траекторной обработки (обнаружение и удаление трека, ассоциация отметок, фильтрация и экстраполяция трека, объединение треков), предложенная система показателей имеет ясный физический смысл и позволяет выполнить полноценный и достоверный сравнительный анализ различных алгоритмов траекторной обработки;

доказана перспективность использования экспертной системы на основе аппарата нечеткой логики принятия решения о соответствии качества траекторной обработки заданным требованиям;

введен новый подход к интегральной оценке качества систем траекторной обработки на основе нечеткой логики принятия решений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказана** эффективность применения методик оценивания наборов показателей, характеризующих качество всех этапов траекторной обработки в радиолокационных комплексах управления воздушным движением;
- применительно к проблематике диссертации результативно и эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов использованы** методы теории вероятностей и математической статистики, методы математического моделирования, методы построения экспертных систем на основе нечеткой логики;
- изложены** идеи и общие положения, на базе которых должен осуществляться выбор показателей качества траекторной обработки;
- раскрыты** особенности траекторной обработки в системах управления воздушным движением;
- изучены** факторы, влияющие на качество траекторной обработки;
- проведена модернизация** наборов показателей, характеризующих качество основных этапов траекторного сопровождения, алгоритмов их оценивания.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработаны и внедрены** алгоритмы оценки качества радиолокационных систем траекторной обработки, которые были использованы в АО «Научно-производственное предприятие «Калужский приборостроительный завод «Тайфун» при отработке технических решений в процессе модернизации изделия Позитив-МЭ1.2; результаты исследования используются также в учебном процессе Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения в нескольких дисциплинах, читаемых на кафедре радиотехнических систем;
- определены** перспективы использования аппарата нечеткой логики для принятия решения о соответствии траекторной обработки заданным требованиям к качеству;
- создана** система показателей качества для всех этапов траекторной обработки, которая имеет ясный физический смысл и позволяет выполнить

полноценный и достоверный сравнительный анализ различных алгоритмов траекторной обработки;

представлена методика, позволяющая выявить слабые места системы траекторной обработки на уровне этапов траекторной обработки и соответствующих алгоритмов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием имитационного моделирования процесса автоматического сопровождения воздушных судов в условиях, характерных для задач управления воздушным движением;

теория построена на основе собственных исследований и согласуется с известными из научно-технической литературы результатами;

идея базируется на анализе и обобщении передовых результатов работ отечественных и зарубежных ученых, публикаций организаций, имеющих достижения в выбранной предметной области, данных из официальных стандартов;

использованы методы теории вероятностей и математической статистики, методы математического моделирования, методы построения экспертных систем на основе нечеткой логики;

установлено, что полученные результаты соответствуют теоретическим представлениям и не противоречат результатам работ других авторов, проводимых в области траекторной обработки;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в участии на всех этапах разработки и внедрения новых научных результатов; выявлении проблемы и непосредственном выполнении всех этапов исследования; постановке задач исследования; планировании теоретических исследований и экспериментов; обработке данных и анализе полученных результатов, обобщении результатов в виде научных выводов и рекомендаций; получении и обработке исходных данных и результатов моделирования; подготовке основных

публикаций по выполненной работе; внедрении новых научных результатов в научные разработки и учебный процесс; апробации результатов исследования.

На заседании 27 июня 2016 года диссертационный совет принял решение присудить **Киселеву Виктору Юрьевичу** ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – «Радиолокация и радионавигация».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.12.14, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 16, против присуждения ученой степени – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета Д 212.233.05

доктор технических наук, профессор



Крук Евгений Аврамович

Ученый секретарь диссертационного совета Д 212.233.05

кандидат технических наук, доцент

Овчинников Андрей Анатольевич

«27» июня 2017 года