

## **Отзыв**

на диссертацию Игнаткова Кирилла Александровича «Развитие методов анализа, принципов построения и применения автодинных устройств для систем ближней радиолокации», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.2.16. Радиолокация и радионавигация

### **Актуальность темы диссертации**

Тема работы безусловно актуальна. Среди специалистов в области ближней радиолокации до сих пор так и не решена проблема применимости автодинов. На основные вопросы публичной критики автодинов (низкая помехоустойчивость, низкая эффективность, отсутствие селекции по дальности) автор диссертации в работе не ответил, кроме того, что выразил удивление и сожаление.

### **Степень разработанности темы диссертации**

Автор правильно замечает, что «важнейшим моментом в исходной модели АД является адекватность ее представления» и в тоже время пользуется упрощенной моделью, предложенной тридцать лет назад его научным консультантом, не пытаясь снять присущие модели ограничения – отказ от учёта нелинейности, инерционности, влияния шумов, искажений и помех.

### **Методы исследований**

Автор использует широко известные методы, опираясь, преимущественно на пакет программ в среде MathCAD, даже не пытаясь разработать и применить собственные оригинальные методы анализа.

### **Новизна защищаемых положений и результатов диссертации**

Отмечая новые результаты, автор по-видимому неслучайно избегает определения «научные». По известным формулам произведены многочисленные расчёты различных характеристик, не дающие никаких оснований и рекомендаций для их использования в радиолокации.

Для того, чтобы хоть как-то ослабить принципиальные ограничения решения ключевой задачи своей работы (уравнения (2.10) и (2.11)) автор использует очевидно устаревшие методы, предложенные в книгах Малахова 1968г. и Канненгхэма 1958г. И в этом не было бы ничего предосудительного, если бы автор удосужился дать какие-либо оценки точности, сходимости и устойчивости. С моей точки зрения, ничего не мешало использовать возможности современной вычислительной техники и решить названную систему уравнений численными методами.

## **Научная ценность защищаемых положений и результатов диссертации**

Автор декларирует разработку «новой теории исследования параметров и характеристик автодинных устройств для СБРЛ». На самом деле, по моему мнению, автор произвёл расчёты по формулам, предложенным научным консультантом, известным учёным в области автодинов В.Я. Носковым, с использованием популярного пакета прикладных программ (без собственного вклада в его расширение).

Об этом, в частности, косвенно свидетельствует соавторство В.Я. Носкова в подавляющем числе публикаций автора (51 из 53 в списке, приведённом в автореферате).

Любопытно и симптоматично, что в своём отзыве научный консультант так отмечает роль К.А. Игнаткова в работах, опубликованных в соавторстве: «в совместных работах диссертант принимал участие в разработке математических моделей, выполнении расчётов и экспериментов, при обсуждении работы осуществлял объяснение и интерпретацию результатов исследований», не упоминая никакой «новой теории».

## **Соответствие диссертации паспорту научной специальности**

Автор утверждает, что работа соответствует п.1 и п.6 Паспорта специальности «Радиолокация и радионавигация» 2.2.16:

П. 1. Исследование новых явлений и процессов в радиоэлектронике и радиофизике, позволяющих повысить эффективность систем и устройств *радиолокации и радионавигации*.

П. 6. Разработка и исследование устройств генерирования, усиления, преобразования радиосигналов и обработки радиосигналов и информации в *радиолокационных и радионавигационных системах и устройствах*. Создание методик их расчета и основ проектирования.

На мой взгляд К.А. Игнатков заблуждается. В названных пунктах речь идёт о применении явлений и устройств в радиолокации и радионавигации, о которых, по моему мнению, в работе нет речи.

Для подтверждения высказанных замечаний достаточно посмотреть несколько источников: М.И. Финкельштейн «Основы радиолокации», 1983, П.А. Бакулев, «Радиолокационные системы» 2015г. и справочник по радиолокации под ред. М.И. Скольника. В этих трёх изданиях нет и намёка о использовании автодинов в радиолокации.

А если работа настолько пионерская, то от неё, тем более, требуется подтверждение применимости автодинов.

В 2014 году К.А. Игнатков защитил кандидатскую диссертацию «Исследование гибридно-интегральных автодинных модулей миллиметрового диапазона», содержащих те же самые формулы, расчёты и графики, что и в настоящей диссертации. Тогда была выбрана и обоснована специальность 05.12.07. – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

За прошедшие 9 лет автор не внёс существенных изменений в содержание своих исследований в пользу другой специальности

«Радиолокация и радионавигация» 2.2.16. Поэтому считаю выбор названной специальности необоснованным.

### **Замечания по содержанию**

1. В самом начале работы автор ссылается на определение И.М. Когана, согласно которому СБРЛ это «радиолокационные системы, дальность действия которых соизмерима с геометрическими размерами взаимодействующих объектов...»

И с первой до последней страницы работа противоречит этому определению, рассматривая объект наблюдения, как точечный. Не учитываются ни протяжённый характер цели, ни флуктуации отражённого сигнала, ни законы дифракции. Справедливости ради, необходимо отметить, что пять страниц работы (129-134) рассматривают протяжённый характер цели (она считается квадратной пластинкой) и утверждают, что его (распределённый характер цели) надо учитывать, и всю работу не учитывают. Без этого учёта результаты теряют смысл.

2. К.А. Игнатков отмечает в качестве оригинального и нового подхода к анализу автодина использование в качестве основного входного параметра задачи, так называемое транспортное запаздывание, то есть задержку отражённого от цели сигнала. Но этот параметр традиционно во всей классической радиолокации считается основным физическим признаком для определения дальности.

3. В продолжение всей работы автор отказывается от учёта переходных процессов, утверждая, что инерционность входных сигналов не сопоставима с инерционностью автодинного эффекта. С этим можно согласиться, но как быть с переходным процессом, сопровождающим возникновение колебаний (возбуждение генератора). Отражающего объекта нет – генератор «молчит», и вдруг возникают колебания. Самый важный этап, определяющий эффективность автодина. Он не исследуется. Понимая ограниченность результатов, автор пытается применить метод пошагового интегрирования. (этому уделено 9 стр. 112-121). Зачем? Что мешает решить систему линейных уравнений первого порядка? MatLab справится. Нет. Решает самое что ни на есть дифференциальное уравнение первого порядка с гармонической правой частью. Студенческая задача (2 курс). Решает с помощью MatLab и неправильно. Правильное решение можно посмотреть в учебнике В.П. Попов, Основы теории цепей, 2013, стр.395-397.

Мне представляется чрезвычайно важным учёт нелинейности автодина, определяющей процесс стабилизации его колебаний. Именно нелинейный характер снижает коэффициент усиления, уменьшая коэффициент усиления. Но если автор отказался от учёта названной нелинейности, то и полученные решения вызывают сомнения в их достоверности.

4. В работе про автогенератор практически не учитываются шумы и помехи. На мой взгляд, отказ от детального и современного учёта влияния

шумов и помех существенно обедняет работу. В диссертации исследованию воздействия шумов уделено 5 стр. (107-112). И неверно. Если устройство линейное, то отыскание дисперсии шума – тривиальная задача, а если нелинейное, то так как делает автор – ошибка. И методология исследования не соответствует современным методам статистического анализа – моделирование 10 реализаций и вынесение необоснованных выводов о изменяющемся СКО у стационарного процесса. У стационарного процесса как в широком, так и узком смыслах (это статистические термины) моменты первого порядка постоянны.

Самое главное, что речь, как в данном разделе, так и работе в целом не идёт об оценках точности измеряемых параметров: несмещённость, состоятельность, эффективность и т.п. Автор ограничивается частными характеристиками, не связанными с эффективностью решения задач радиолокации и радионавигации.

5. Итак, о чём же работа. Пространственно-распределённый характер цели не учитывается, нелинейность не учитывается (как быть с заключительным этапом установления колебаний, где влияние нелинейности носит абсолютно принципиальный характер), переходные процессы не учитываются и, наконец, стохастическим характером задачи пренебрегается. Что остаётся? Система двух трансцендентных уравнений, которая решается MatLab при огромном числе различных параметров и конфигураций колебательной системы. При этом автор применяет неизвестные в радиолокации термины и характеристики: ФХА, МРЧ, ЧХА и АХА, подтверждающие зависимость выходных реализаций от расстояния, но не дающих ответа на вопрос, как его измерять.

Ни одного параметра, используемого в радиолокации: вероятность правильного обнаружения, вероятность ложной тревоги, точность оценки скорости цели, дисперсия оценки скорости цели, в работе отсутствуют.

Трудно представить, но в работе по радиолокации на протяжении всех 360 страниц ни разу не употребляются термины: «плотность вероятности» и/или «распределение вероятностей», «отношение сигнал/шум», «эффективная поверхность рассеяния» и т.д.

6. Автор понимает, что названные ограничения влияют на оценку работы и пытается применить методы, описанные, как минимум, 40-60 лет назад. Но тогда не было той вычислительной техники, с помощью которой решаются дифференциальные уравнения первого порядка, даже нелинейные и стохастические.

7. Выводы о возможности применения в радиолокации действительно есть, а вот как применять и что такое применение даёт – вопрос полностью открыт. Все практические примеры использования результатов работы ответа не дают. Создаётся впечатление, что применение автодинов в радиолокации скорее принесёт вред, а не пользу.

## Общий вывод


К.А. Игнатковым проделана большая вычислительная и экспериментальная работа по анализу процессов в автодине, не позволяющая сделать вывод о «повышении эффективности систем и устройств радиолокации и радионавигации», как того требует п.1 Паспорта специальности, на который ссылается автор.

В работе отсутствует «разработка и исследование устройств генерирования, усиления, преобразования радиосигналов и обработки радиосигналов и информации в радиолокационных и радионавигационных системах и устройствах, создание методик их расчета и основ проектирования», что предусмотрено п.6 Паспорта специальности.

В диссертационной работе не «разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, либо решена научная проблемы, имеющая важное политическое, социально-экономическое, культурное или хозяйственное значение.

В работе не изложены «новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны».

Считаю, что диссертация К.А. Игнаткова **не соответствует** требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в УРФУ, а её автор, Игнатков Кирилл Александрович **не заслуживает** присвоения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.2.16 «Радиолокация и радионавигация».

  
Доросинский Леонид Григорьевич,  
доктор технических наук, профессор, профессор департамента радиоэлектроники и связи Института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ, Заслуженный работник высшей школы РФ, действительный член Академии Инженерных наук и Российской Академии Естествознания

05 декабря 2023г.

Адрес: 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени Первого Президента России Б.Н. Ельцина, департамент радиоэлектроники и связи института радиоэлектроники и информационных технологий – РТФ

E-mail: l.g.dorosinskiy@urfu.ru

ПОДПИСЬ  
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ  
МОРОЗОВА З.А.

