

Отзыв научного руководителя
на диссертацию **Крюкова Дмитрия Юрьевича**
«Разработка методик улучшения характеристик антенн вытекающей
волны дифракционного типа за счет неравномерности профиля
излучающего раскрыва», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-
устройства и их технологии

Крюков Дмитрий Юрьевич, 1992 года рождения, в 2015 году окончил специалитет Воронежского государственного технического университета по специальности 210302 «Радиотехника» (специализация «Защита и обработка информации в каналах общего и специального назначения»). С 2015 по 2019 гг. проходил обучение в очной аспирантуре Воронежского государственного технического университета на кафедре радиотехники по специальности 05.12.07 (2.2.14) «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии». В период подготовки диссертации соискатель принимал активное участие в ряде научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, проводимых отдельным структурным подразделением АО НПП «Автоматизированные системы связи» (г. Воронеж) и АО «Концерн «Созвездие» (г. Воронеж).

При оценке **актуальности** темы диссертации Крюкова Дмитрия Юрьевича следует принимать во внимание следующие факторы:

1) антенны вытекающей волны дифракционного типа (АВВДТ) благодаря своей низкопрофильности, высокому КПД, относительно простой конструкции и способности к частотному сканированию диаграммы направленности (ДН) находят применение в радиолокационных станциях обнаружения и предотвращения столкновений с воздушными судами, в радиолокационном оборудовании морских и воздушных платформ, а также в системах радиосвязи;

2) нарушение строгой периодичности структуры дифракционной решетки (ДР), рассеивающей волну возбуждения, позволяет подавить боковые лепестки в ДН, уменьшить угло-частотную чувствительность АВВДТ, а также обеспечить работу в расширенном частотном диапазоне без изменения направления излучения и оптимизировать фазовое распределение в апертуре;

3) оптимизация профиля продольного изменения геометрии и размеров элементов ДР, а также периода излучающего раскрыва позволяет придать АВВДТ новые направленно-энергетические свойства либо существенно улучшить характеристики антенн с равномерным поперечным сечением апертуры; управление степенью связи линии передачи волны возбуждения и ДР обеспечивает реализацию требуемого амплитудного распределения поля.

Анализ источников свидетельствует, что существующие подходы к проектированию АВВДТ опираются преимущественно на общую теорию антенных решеток. При этом вопросы синтеза АВВДТ с модифицированным раскрывом остаются недостаточно проработанными как в теоретическом, так и в прикладном аспектах. В частности, слабо изучены возможности снижения уровня боковых лепестков, повышения направленности и коэффициента усиления, а также формирования заданного амплитудно-фазового распределения за счет вариации профиля излучающего раскрыва.

В связи с этим научные изыскания Крюкова Дмитрия Юрьевича, направленные на создание методик проектирования АВВДТ с улучшенными параметрами посредством управления геометрией раскрыва, представляют собой **актуальное** и перспективное **направление** исследований.

Содержание диссертации **соответствует п. 1, 3, 6, 9 паспорта специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.**

Соискателем **решены следующие научно-технические задачи:**

- 1) исследовано современное состояние теории и техники АВВДТ, сформулированы основные вызовы и перспективы их дальнейшего развития;
- 2) модифицирована модель для анализа и синтеза АВВДТ с неравномерным раскрывом за счет разработки математического аппарата расчета амплитудно-фазового распределения (АФР);
- 3) разработана методика энергетического расчета, позволяющая улучшить характеристики направленности АВВДТ за счет продольного изменения расстояния между линией передачи волны возбуждения и ДР в соответствии с заданным амплитудным распределением поля;
- 4) изучены особенности формирования поперечного излучения в АВВДТ при одностороннем возбуждении, обусловленные введением в период структуры дополнительной канавки, смещенной относительно основной;
- 5) обоснована эффективность применения оптимального устройства возбуждения для повышения КПД АВВДТ с гребенчатой решеткой на однопроводной линии передачи;
- 6) разработаны технологичные конструкции АВВДТ с улучшенными характеристиками.

Научной новизной обладают следующие положения диссертации:

- 1) разработан алгоритм расчета АФР в АВВДТ с неравномерным профилем гребенчатой решетки, основанный на модифицированной модели дифракции поверхностной волны на раскрыве антенны; в отличие от классического метода интегрирования спектральной плотности поля предложенный

алгоритм использует интеграл Кирхгофа, что позволяет значительно снизить временные затраты на расчет поля в фиксированных точках раскрыва;

2) разработана методика энергетического расчета АВВДТ при заданном АФР на раскрыве, позволяющая улучшить характеристики направленности антенны; в отличие от известных методов энергетического расчета периодических АВВДТ предложенная методика базируется на зависимости отбора мощности от расстояния между линией возбуждения и ДР, полученной в результате моделирования, а также учитывает потери в линии возбуждения;

3) предложена методика формирования поперечного излучения в АВВДТ при одностороннем способе возбуждения, позволяющая значительно увеличить КПД антенны; разработанная методика отличается от известных подходов использованием процедуры оптимизации положения дополнительной канавки относительно основной и подбора её глубины;

4) обоснована возможность повышения эффективности АВВДТ на основе однопроводной линии передачи с периодической гребенчатой решеткой за счет применения устройств возбуждения, отличных от классического конического рупора; предложены конструктивные решения таких устройств, обеспечивающие улучшение энергетических характеристик антенны.

Теоретическая значимость работы состоит в развитии методов расчета и синтеза АВВДТ с неравномерным профилем излучающего раскрыва. Разработанный комплекс методик обеспечивает проектирование высокоэффективных АВВДТ и вносит вклад в совершенствование методологической базы антенной техники.

Практическая значимость. Разработанные методики энергетического расчета и формирования поперечного излучения АВВДТ позволяют проектировать антенны с улучшенными направленными свойствами и повышенным КПД. Результаты исследований внедрены в разработку высокотехнологичных конструкций АВВДТ с улучшенными характеристиками. Практическая ценность результатов диссертационного исследования заключается в возможности их использования на этапах проектирования, оптимизации и настройки низкопрофильных АВВДТ применительно к диапазонам СВЧ и КВЧ.

Достоверность полученных результатов подтверждена корректным использованием как традиционных методов расчета, опирающихся на строгие электродинамические подходы, так и современной электродинамической симуляции, базирующейся на методе конечного интегрирования во временной области. Результаты, полученные соискателем, не противоречат опубликованным в открытых литературных источниках данным других авторов.

Практическое внедрение результатов диссертационной работы, а именно непосредственное использование предложенных методик проектирования в АО НПП «Автоматизированные системы связи» при разработке высокотехнологичных антенн беспроводной связи, также свидетельствует о корректности и обоснованности выводов и положений диссертации.

Основные результаты диссертации полностью отражены в публикациях, общее количество которых составляет 21 научную работу, включая 8 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, 3 публикации в изданиях, индексируемых в реферативно-библиографической базе Scopus, и 10 докладов на научно-технических конференциях.

Все основные результаты диссертации **получены соискателем лично.**

Крюков Дмитрий Юрьевич зарекомендовал себя как квалифицированный научный сотрудник и талантливый радиоинженер, обладающий глубокими знаниями в области антенной техники. Умение применять на практике подходы технической электродинамики и методы электродинамического моделирования, а также знание теоретических основ и современных технологий синтеза антенн вытекающей волны обеспечили успешное завершение научной работы. Это позволило достичь основной цели исследования – развития методов анализа и синтеза АВВДТ с неравномерным профилем излучающего раскрыва, а также разработки методик расчета и проектирования антенн с улучшенными параметрами.

Считаю, что Крюков Дмитрий Юрьевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук, а подготовленная им диссертация полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным работам ВАК РФ.

Научный руководитель, профессор кафедры радиотехники Воронежского государственного технического университета,

доктор технических наук, доцент



Останков Александр Витальевич

22.04.2026 г.

394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84

Телефон: +7 (473) 207-22-20 (добавочный 6080)

E-mail: aostankov@cchgeu.ru

