

ОТЗЫВ

**официального оппонента – кандидата физико-математических наук,
доцента Савилкина Сергея Борисовича на диссертационную работу
Вавурова Олега Юрьевича, выполненную на тему: «Информационная
модель комплекса средств воздушной радионавигационной службы и её
использование для координации с современными системами мобильной
связи», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 05.25.05
– «Информационные системы и процессы»**

Актуальность избранной темы. В настоящее время развитие технологий хранения, обработки и передачи информации определило быстрый рост различного телекоммуникационных сетей. Особое распространение получили сети мобильной сотовой связи, в терминах принятых в Международном союзе электросвязи (МСЭ) формально именуемые станциями сухопутной подвижной службы (СПС). Своей популярностью мобильная связь обязана своей ориентированностью на удобство конечного пользователя (абонента) и руководствуется принципом: «связь в любом месте в любое время».

При этом технология передачи информации от базовых станций к абонентским терминалам (мобильным телефонам) производится с помощью быстро затухающих радиосигналов, и информационный обмен ведётся в малоразмерных зонах, называемых «сотами». Для обеспечения непрерывности соединения при развёртывании сети мобильной связи необходимо производить плотную упаковку сот не только в условиях городской застройки, но и в сельской местности, что может привести к угрозе возникновения сценариев помеховых конфликтов между СПС и критически важными службами

радиосвязи, станции которых оборудованы высокочувствительными радиоприёмными средствами.

К такому типу служб можно отнести воздушную радионавигационную службу (ВРНС). Развитие средств ВРНС в России в определённом частотном диапазоне определено историческим развитием технологий этой службы, однако позже в ряде случаев те же диапазоны радиочастотного спектра оказались распределены также и станциям СПС на правах равного приоритета выпущенным МСЭ Регламентом радиосвязи (РР), основным руководящим документом в области радиосвязи. Ситуация также усугубляется при постановке помех отечественным навигационным станциям с территории сопредельного государства, так как вопрос технического регулирования здесь выходит за рамки сферы влияния одной Администрации связи и требует налаживания тесного и продуктивного международного сотрудничества.

На текущий момент правовые и технические механизмы преодоления и предупреждения помеховых конфликтов между СПС и ВРНС, порождаемых рядом выше указанных обстоятельств, не вполне отработаны и не имеют под собой строгой научной базы. В диссертационной работе Вавулова О. Ю. рассматриваются вопросы, посвященные развитию методического аппарата технического регулирования вопроса электромагнитной совместимости станций ВРНС и СПС, функционирующих совместно в приграничном регионе. Поэтому направление, составляющее тему диссертации, является актуальной научной задачей.

Объектом диссертационного исследования является обеспечение помехозащищённости комплекса станций (КС) ВРНС в условиях воздействия на них непреднамеренных помех, обусловленных функционированием сетей мобильной связи.

Предмет диссертационного исследования – информационная модель КС ВРНС во всей полноте взаимодействия с элементами своей сферы отношений, позволяющая осуществлять оптимальное с точки зрения помеховой защищённости станций ВРНС управление параметрами РЭС СПС в предметной области.

Цель диссертационной работы состоит в разработке предложений по оптимизации процесса управления состоянием КС ВРНС в условиях деструктивного помехового воздействия со стороны сетей мобильной связи, а также по оптимизации координационных процедур между ВРНС и СПС посредством синтеза информационной модели КС ВРНС в информационном пространстве.

Новизна и обоснованность научных результатов и выводов, сформулированных в диссертационной работе. Решаемая в диссертационном исследовании научная задача состоит в разработке информационной модели КС ВРНС для координации современных средств мобильной связи, оказывающих деструктивное помеховое воздействие на работу средств ВРНС, в информационном пространстве, основанном на энтропии покрытия, а также в разработке математически обоснованных методик и алгоритмов применения указанной модели в целях оптимизации координационных процедур и процессов управления КС ВРНС.

В ходе решения поставленной задачи автором были получены следующие результаты, обладающие научной новизной.

1. Произведён синтез информационной модели КС ВРНС в условиях помехового воздействия со стороны современных сетей мобильной связи в информационном пространстве, основанном на информационной мере – энтропии покрытия.

2. Предложена методика проведения переговоров в целях достижения соглашения между Администрациями связи сопредельных государств по совместному использованию станций СПС и ВРНС в определённом частотном диапазоне и выработке оптимальных координационных требований.

3. Разработана методика оптимизации информационного ресурса КС ВРНС, обеспечивающая оптимальное управление состоянием КС ВРНС при непосредственной эксплуатации.

4. Представлен алгоритм комплексной информационной оценки помехового состояния КС ВРНС в информационном пространстве, основанном на энтропии покрытия, а также алгоритм проведения координационных

мероприятий проектируемых единичных станций СПС с существующими системами ВРНС по информационно-техническим критериям.

5. Проведён комплексный информационный анализ результатов координации КС ВРНС Российской Федерации с реально функционирующей сетью станций мобильной связи, развёрнутой на территории сопредельного государства.

Высокая степень обоснованности указанных научных результатов диссертационного исследования подтверждается тем, что автором был проведён всесторонний анализ как отечественной, так и зарубежной научно-технической литературы по вопросам информатики, информационных метрик, информационного моделирования сложных распределённых технических систем и комплексов, а также по вопросам теории решения оптимизационных задач, в частности, задач оптимального управления. Вместе с тем был выбран наиболее подходящий подход к решению вопроса формализации отношений в предметной области в терминах информационно-математической теории на основе информационной метрики энтропии покрытия. Выбор указанной метрики обоснован и подтверждено её соответствие заранее установленным критериям качества.

Достоверность выводов и научных результатов диссертационной работы обусловлена использованием для математического моделирования сферы отношений ВРНС строгого математического аппарата, ясной интерпретацией результатов, полученных с помощью информационной модели процессов, и их корректным отображением в предметную область, а также тем, что разработанные конкретные алгоритмы по практической реализации результатов опираются на уже существующие на сегодняшний день процедуры координации радиоэлектронных средств. Вместе с тем достоверность выводов исследования подтверждена их апробацией при составлении отчётной научно-технической документации по итогам работы делегации Администрации связи Российской Федерации по заключению соглашений с рядом сопредельных государств. По теме исследования опубликовано десять печатных работ, в том

числе три – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ: «Программные продукты и системы», «Системы управления и информационные технологии», «Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования».

Значимость диссертационной работы для науки и практики, общая оценка структуры и содержания работы. Практическая ценность работы состоит в том, что разработанные методики и алгоритмы универсальны и могут применяться для любых двусторонних отношений Российской Федерации с сопредельным ей государством. Также к числу практических достоинств исследования стоит отнести:

- гибкость предложенной методики достижения Соглашения между Администрациями связи сопредельных государств: за счёт большого количества регулируемых параметров методика может быть адаптирована под любые условия применения, в том числе экстремальные (ограничение по времени, конфликт мнений в экспертной группе), без потери точности и научной обоснованности;

- наглядность и интуитивную понятность предлагаемой информационной модели отношений ВРНС, СПС и Администраций связи, простоту интерпретирования результатов моделирования в их графическом представлении;

- простоту исполнения полученных алгоритмов, возможность для конечного оператора применять результаты модели как «чёрный ящик», то есть без погружения в информатику и информационно-математические методы оптимизации;

- возможность внедрения разработанных алгоритмов и методик в существующую систему контроля и мониторинга помехового состояния комплекса средств (КС) ВРНС с минимально возможными затратами.

Значимость диссертационной работы для науки состоит в том, что предлагаемых подход позволил сформировать общий взгляд на задачу обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств

связи, который может быть в перспективе применён к анализу помехового состояния и станций других служб.

В частности, стоит отметить следующие особенности диссертации, несущие теоретическую значимость:

- использование автором заранее определённых критериев качества для оценки аналитических выводов: оценка качества информационной метрики – энтропии покрытия, оценка качества выборки при формировании апостериорного распределения и т. п.

- научные выводы исследования получены в основном с помощью точных аналитических методов, использование приближённых численных методов ограничено их применением в рамках концепции вероятностного программирования при обработке стохастической динамики показателей системы в реальных условиях с соблюдением всех необходимых условий точности (большое количество итераций, отсутствие автокорреляции шума, оценка следа выборки по визуальным критериям);

- иерархическое представление задачи обеспечения помеховой защищённости станций ВРНС в условиях деструктивного помехового воздействия со стороны сетей мобильной связи позволяет упорядочить накопленные знания по вопросу и эффективно отделить факторы, оказывающие существенное влияние на итоговый результат, от незначительных факторов влияния при любом конкретном сценарии помеховой обстановки.

Обобщая вышесказанное, можно заключить, что диссертационное исследование характеризуется высокой степенью значимости для науки и практики по вопросу защиты критически важных станций ВРНС от деструктивного помехового воздействия, а результаты могут быть использованы для совершенствования научно-методической и алгоритмической базы Администрации связи Российской Федерации при международном взаимодействии (участие в конференциях, рабочих исследовательских группах, при заключении соглашений).

Однако, в диссертационной работе присутствуют определённые недостатки, а именно:

1) в диссертации фокус внимания приходится на влияние на работу ВРНС базовых станций СПС, однако недостаточно полно раскрыт вопрос защиты станций от помехового воздействия, обусловленного функционированием абонентских терминалов мобильной связи;

2) автору следовало бы рассмотреть в качестве оптимизационной задачи исследования не только задачу удержания состояния КС ВРНС в определённой области информационного пространства, но и задачу оптимального перевода вектора состояния КС ВРНС из одной точки целевой области в другую (например, при плановой модернизации КС ВРНС и переходе приёмных антенн в новый рабочий диапазон частот);

3) необходимо уделить внимание унификации предложенного подхода для обеспечения электромагнитной совместимости станций радиосвязи в широком смысле, изучив тенденции развития современных служб электросвязи в приграничных регионах различных стран и выделив наиболее конфликтно-неустойчивые направления;

4) недостаточно полно раскрыт вопрос выбора информационно-лингвистических критериев оценки составляющих энтропии покрытия в алгоритмическом блоке предварительной обработки запросов на координацию новых частотных присвоений для единичных базовых станций СПС.

Приведённые недостатки не уменьшают теоретической и практической значимости диссертационной работы и подчёркивают большой потенциал выбранного автором подхода в контексте исследуемой научно-технической проблематики: электромагнитной совместимости станций радиосвязи.

Диссертационная работа Вавулова О. Ю. представлена введением, четырьмя главами, заключением, списком сокращений и списком литературы. Суммарно объём материалов исследования составил 169 страниц, на которых представлено 55 рисунков и 14 таблиц.

Автореферат диссертации отражает путь научно-аналитической работы автора, предпосылки и результаты исследования; по содержанию полностью соответствует основным положениям и выводам диссертации, оформление автореферата полностью соответствует установленным требованиям.

Вывод. Диссертация Вавурова Олега Юрьевича «Информационная модель комплекса средств воздушной радионавигационной службы и её использование для координации с современными системами мобильной связи» является целостной научной работой, решающей актуальную научную задачу, выводы и положения которой характеризуются высокой степенью обоснованности и достоверности, в полученных результатах присутствует новизна, теоретическая и практическая значимость. Структура и содержание диссертации отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Вавулов Олег Юрьевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.25.05 – «Информационные системы и процессы».

Официальный оппонент:

доцент кафедры «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии»

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (НИУ)»

к. ф.-м. н., доцент Савилкин С. Б.

«30» 05 2018 г.



Подпись доцента кафедры «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (НИУ)»,

кандидата физико-математических наук Савилкина Сергея Борисовича

заверяю.



Начальник отдела кадров

«30» 05 2018 г.