

**ОТЗЫВ  
официального оппонента**

доктора технических наук, доцента Князева Владимира Владимировича на диссертационную работу Бавурова Олега Юрьевича, выполненную по теме: «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 выбранной темы обусловлена рядом факторов, совокупное влияние которых определяет облик научно-технической задачи, решению которой посвящено диссертационное исследование.

Первым фактором является недостаточность детализации требований Регламента радиосвязи (РР), основного руководящего документа Международного союза электросвязи в части технического регулирования вопросов доступа станций различных типов к радиочастотному ресурсу. Как для отдельных стран, так и для целых регионов в статьях РР одни и те же частотные диапазоны распределяются одновременно воздушной радионавигационной службе (ВРНС) и сухопутной подвижной службе (СПС). При этом приоритет доступа не указан, то есть предполагается, что распределение для обеих служб производится на первичной основе.

Вторым фактором выступает наблюдаемое бурное развитие технологий беспроводной радиосвязи, вызванное небывалым потребительским спросом на услуги мобильной связи. Так как обеспечение таких услуг находится в сфере деятельности СПС, очевидно, что зона покрытия комплекса средств (КС) СПС неуклонно расширяется в целях реализации основного принципа мобильной связи: связь в любом месте, в любое время.

В отличие от СПС, развитие которой связано с частными компаниями-операторами, функционирование систем ВРНС происходит по большей части под контролем государства ввиду высокой важности решаемых ими задач. Это условие, а также технические особенности станций ВРНС затрудняют их вывод из частотного диапазона работы СПС, что является третьим фактором, обуславливающим актуальность исследования.

Обеспечить безопасность и электромагнитную совместимость радиоэлектронных средств при таких темпах роста СПС можно с помощью корректного технического регулирования, осуществляемого правительственными службами по вопросам радиосвязи – Администрациями связи. Наиболее вероятный сценарий постановки критических помех отечественным станциям ВРНС, как показано в исследовании, возможен в приграничном регионе. Его возникновение обуславливается несогласованными действиями Администраций связи сопредельных государств по предоставлению доступа к частотному спектру – четвёртым фактором развития проблемы.

В диссертационном исследовании Вавулова О. Ю. предложен путь устранения последнего указанного фактора и согласования между собой первых трёх путём создания прочной научно-методической базы взаимодействия Администраций связи по вопросам совместного использования КС ВРНС и КС СПС в приграничном регионе. Всё вышесказанное определяет, что тема, выбранная для проведения диссертационного исследования, является актуальной.

Новизна научных результатов, обоснованность и достоверность выводов диссертационной работы. В ходе диссертационного исследования автор достиг определённых результатов, характеризующихся научной новизной, а именно:

- информационная модель КС ВРНС в условиях помехового воздействия со стороны современных сетей мобильной связи в информационном пространстве, основанном на информационной мере – энтропии покрытия;
- методика проведения переговоров в целях достижения соглашения между Администрациями связи сопредельных государств по совместному ис-

пользованию станций СПС и ВРНС в определённом частотном диапазоне и выработке оптимальных координационных требований;

- методика оптимизации информационного ресурса КС ВРНС, обеспечивающая оптимальное управление состоянием КС ВРНС при непосредственной эксплуатации;

- 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.

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

Научная новизна достигнутых в процессе исследования результатов состоит в применении нового информационно-энтропийного подхода к вопросу оценки помехового состояния КС ВРНС в приграничном регионе, а также в разработке на основе указанного подхода научно обоснованных алгоритмов и методик управления состоянием КС ВРНС.

Достоверность выводов и научных положений диссертации определена их использованием в работе делегации Администрации связи Российской Федерации и при составлении отчётных аналитических материалов по результатам заключения соглашений с рядом сопредельных государств. Тем самым подтверждается, что методы и алгоритмы, предложенные в исследовании, полностью согласованы с актуальными техническими и правовыми процедурами и нормами, используемыми для обеспечения электромагнитной совместимости.

По теме исследования опубликовано десять печатных работ, в достаточной мере отражающих полученные автором новые научные результаты, в том числе три – в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ.

Приведённые научные результаты диссертационной работы обладают высокой степенью обоснованности ввиду того, что они являются результатом планомерного аналитического процесса исследования каждого из аспектов проблемы в частности и синтеза частных результатов и научных выводов в общую информационную модель процессов взаимоотношений в системе. Автором проработано достаточное количество научно-технической литературы по теме диссертационного исследования и выбраны оптимальные методы исследования, обладающие свойством взаимного дополнения: методы теории радиофизики в части распространения электромагнитных волн, теории множеств, теории решения экстремальных задач в виде задач оптимального управления в понтрягинской форме, метод анализа иерархий, а также методы и представления математической статистики и вероятностного программирования.

Общая оценка структуры, содержания и оформления диссертационной работы. Диссертационная работа Вавулова О. Ю. состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений и списка литературы. Общий объём материалов исследования составил 169 страниц, в которые входит 55 рисунков, 14 таблиц. Также по материалам работы автором подготовлен автограферат диссертации, который полностью соответствует оригинальному тексту и в краткой форме отражает ход и результаты научного поиска.

Подход автора к решению научной задачи исследования говорит о широком понимании проблемы помеховой безопасности и объективно существующих закономерностей функционирования КС ВРНС при взаимодействии с управляющими и противодействующими структурами. Это позволило формализовать отношения ВРНС в едином поле информационно-математического пространства в виде конкретных уравнений и ограничений, а также осуществить корректную постановку и решение оптимизационной задачи исследования. В исследовании комбинируются восходящие и нисходящие ветви переходов от рассмотрения процессов в предметной области к их модельному представлению в сфере информационных отношений. Такая организация исследования позволяет на каждом шаге согласовывать информационную модель с ре-

альными процессами, и разрабатывать конкретные рекомендации и мероприятия по непосредственной реализации полученных результатов в предметной области.

Теоретическая и практическая значимость результатов диссертационной работы для вопроса обеспечения электромагнитной совместимости станций ВРНС и СПС в приграничном регионе заключается в следующем.

1. По итогам моделирования траектории управляемой системы по различным элементам в целевом пространстве в графическом представлении облашают высокой степенью интерпретируемости и позволяют обоснованно прогнозировать развитие состояния системы.

2. Информационная модель состояния КС ВРНС в условиях помехового воздействия, обусловленного функционированием сетей мобильной связи, позволяет обобщить использованный математический подход для различных значений физических характеристик системы, определяющих состояние КС ВРНС, а также учесть стохастический характер изменения параметров.

3. Методика оптимизации информационного ресурса КС ВРНС адаптирована к применению в условиях стохастического изменения параметров системы и может служить прототипом программного комплекса поддержки принятия решений, агрегирующего информационные потоки от различных систем мониторинга в интересах выработки эффективных управляющих воздействий.

4. Результаты комплексной информационной оценки реальных данных по значениям параметров станций СПС однозначно отражают практическую значимость и применимость информационного подхода к количественному анализу состояния КС ВРНС, а также демонстрируют конкретный инструмент принятия обоснованных компромиссных решений при международном взаимодействии в сфере электромагнитной совместимости средств радиосвязи.

5. Для оперативного исполнения оптимальных управляющих воздействий разработаны алгоритмы обработки запросов на координацию новых частотных присвоений для единичных станций СПС.

Таким образом, значимость диссертационного исследования для теории и практики по вопросу обеспечения помеховой защищённости радиоэлектронных средств заключается в том, что научная задача исследования рассмотрена под новым углом информационного и теоретико-множественного подхода, а также в том, что результаты исследования направлены на достижение высокого уровня научно-методической базы Администраций связи при международном взаимодействии.

Тем не менее, диссертационная работа имеет ряд недостатков, не влияющих в целом на качество, глубину и оценку исследования, но являющихся поводом для дальнейшего изучения поставленной проблемы.

1. Автору следовало бы обратить внимание на возможность дополнительного повышения гибкости реализованного энтропийного подхода к информационной оценке состояния КС ВРНС за счёт ранжирования станций из состава КС СПС по степени критичности нарушения ими условий Соглашения между Администрациями связи.

2. В работе недостаточно полно рассмотрены сценарии помеховой обстановки и возможности станций СПС по постановке помех станциям ВРНС при различных условиях их взаимного размещения: морская трасса распространения, влияние пиковой плотности станций в городских условиях на итоговый уровень помех.

3. Автору следует уделить внимание вопросу влияния на результирующее значение параметров поля помехи, создаваемого станциями СПС, радиоволн, обусловленных функционированием других служб радиосвязи в регионе, и установить закономерности этого влияния.

4. В материалах исследования недостаточно полно рассмотрены особенности организации защиты воздушных станций и терминалов ВРНС и распространения помеховых сигналов по воздушным трассам.

Приведённые недостатки носят рекомендательный характер, автору стоит уделить внимание перечисленным аспектам проблемы электромагнитной совместимости при проведении дальнейших исследований по выбранной теме.

Заключение о соответствии диссертационной работы установленным критериям. Диссертация Вавурова Олега Юрьевича на тему: «Информационная модель комплекса средств воздушной радионавигационной службы и её использование для координации с современными системами мобильной связи» является глубоким научным исследованием, выполненным на актуальную тему, результаты которого обладают научной новизной и высокой значимостью для науки и практики. Содержание и оформление диссертации полностью 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:

профессор кафедры «Защиты информации в системах и комплексах вооружения» ФГКВОУ ВО «Военная академия РВСН им. Петра Великого»

д. т. н., доцент



Князев В. В.

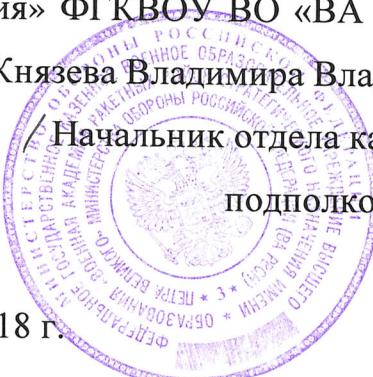
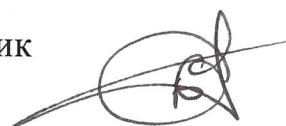
«28» мая 2018 г.

**Адрес:** 143900, Россия, Московская обл., г. Балашиха, ул. Карбышева, д. 8.

**Телефон:** +7(499)720-12-54

**Электронная почта:** knzv.1961@yandex.ru

Подпись профессора кафедры «Защиты информации в системах и комплексах вооружения» ФГКВОУ ВО «ВА РВСН им. Петра Великого», доктора технических наук Князева Владимира Владимировича заверяю.

М. Журкин

«28» мая 2018 г.