

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Кандауровой Екатерины Олеговны

«Разработка метода интеллектуальной перестройки рабочих частот  
в системах когнитивного радио»,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Активное внедрение в настоящее время новых технологий связи, которые обеспечивают возможность роста пользовательского трафика, требуют свободного ресурса радиочастотного спектра, который является ограниченным по своей природе.

В целях распределения частотного ресурса между организациями в настоящее время применяется метод, который закрепляет за организациями требуемый ими диапазон частот (при наличии такой возможности) путем лицензирования и выдачи им разрешения. При отсутствии свободного от загрузки радиочастотного спектра выдача разрешения пользователям не производится, что существенно ограничивает возможности предоставления новых услуг связи. В связи с этим, динамический доступ к спектру (ДДС) для вторичных пользователей (ВП), безусловно, будет способствовать повышению эффективности использования временно свободного частотного ресурса первичных пользователей (ПП).

Технической основой такой концепции динамического распределения частотного ресурса для ВП при соблюдении прав и сохранения качества связи ПП являются системы когнитивного радио (СКР), основным принципом которых является построение приемо-передающих радиосредств на основе технологии Software Defined Radio (SDR, программно-определяемое радио). Основой реализации таких технологий является цифровая обработка сигналов (ЦОС), которая в последнее время очень активно развивается, благодаря чему стоимость цифровых решений постоянно снижается. При этом цифровая обработка обеспечивает большую функциональность, более проста в обслуживании, чем традиционные аналоговые подсистемы и имеет возможность обеспечения высокой скорости обработки.

Для реализации технологии ДДС необходимо получить информацию об использовании спектра ПП и разработать метод предоставления ВП свободного участка спектра.

Одними из ключевых вопросов реализации ДДС являются вопросы разработки алгоритмов оценки состояния и прогнозирования занятости спектра, а также разработка алгоритма предоставления свободного частотного ресурса.

Учитывая изложенное, диссертационная работа Кандауровой Е.О., посвящённая алгоритмам мониторинга спектра и интеллектуальной перестройки рабочих частот в системах когнитивного радио, а также прогнозирования состояния занятости спектра в целях реализации динамического доступа к радиочастотному спектру, является актуальной.

Как следует из автореферата, в диссертационной работе:

проведен анализ модели перестроения рабочей частоты с использованием SDR устройств для технологии ДДС;

предложен алгоритм оценки состояния занятости спектра, для снижения вероятности создания вторичным пользователям помех для первичного пользователя;

разработан алгоритм предоставления частотного ресурса вторичному пользователю, учитывающий разреженность исследуемых данных;

предложен алгоритм прогнозирования состояния спектра с использованием рекуррентной искусственной нейронной сети.

Научная новизна полученных результатов состоит в разработке алгоритмов, позволяющих реализовать ДДС при заданной вероятности постановки помех вторичному пользователю, учитывающие априорную неопределенность при обнаружении сигналов первичного пользователя и динамическом изменении отношения сигнал/шум, отличающийся от известных более высокой вероятностью обнаружения сигналов первичного пользователя, а также алгоритм прогнозирования состояния занятости спектра, обеспечивающий повышенную точность результатов.

Обоснованность и достоверность сформулированных в диссертационной работе положений и выводов, а также их практическая значимость подтверждается корректным применением математического аппарата, результатами выполненного компьютерного моделирования, а также внедрением результатов диссертационной работы.

Вместе с тем, диссертационная работа не лишена недостатков:

1. Разработанный алгоритм мониторинга спектра, использующий энергетический обнаружитель с адаптивным выбором порога обнаружения, обеспечивает снижение вероятности пропуска сигнала ПП. Но при этом он более сложен в вычислительном отношении, поэтому целесообразно провести оценку увеличения общего времени мониторинга спектра при его реализации.

2. Нечётко сформулированы рекомендации по практической реализации (пункт 3.4 диссертационной работы).

3. В работе имеются терминологические неточности, так формулировка названия работы и решаемой научной задачи содержит термин «метод», вместе с тем на защиту автор выносит три разработанных алгоритма.


Отмеченные недостатки не снижают существенно научной ценности представленной работы, которая заслуживает положительной оценки.

Представленная диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для радиотехники.

Диссертационная работа, судя по реферату, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям», а ее автор, Кандаурова Екатерина Олеговна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.15 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Директор центра исследования подвижной связи  
ФГБУ НИИР

доктор технических наук, ст. научн. сотр.



С.И. Тынянкин

Тынянкин Сергей Иванович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация, директор центра исследования подвижной связи, ФГБУ НИИР, Россия, 105064, г. Москва, ул. Казакова, 16, тел.: +7(495) 647-17-77, доб. 2000, e-mail: [TynyaninSI@niir.ru](mailto:TynyaninSI@niir.ru).

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета 55.2.002.01 при МГУСИ, и их дальнейшую обработку и размещение.



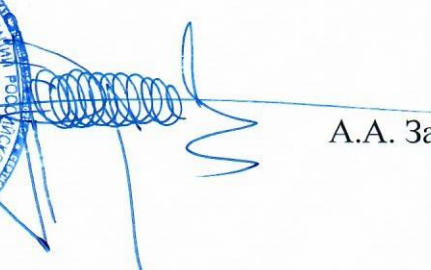
С.И. Тынянкин

Подпись С.И. Тынянкина удостоверяю.

Заместитель генерального директора по науке

ФГБУ НИИР

кандидат технических наук, доцент



А.А. Захаров