

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белокопя Дмитрия Александровича «Параметрический синтез декаметрового канала связи с цифровыми сигналами в условиях диффузности ионосферы», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме повышения надежности декаметровых (ДКМ) каналов связи в условиях ионосферных возмущений наиболее сложного типа: диффузности ионосферы. Она проявляется в виде повышения интенсивности мелкомасштабных неоднородностей ионосферы и приводит к возрастанию диффузного рассеяния радиоволн и замираний принимаемых сигналов. Автор рассматривает комплексную задачу параметрического синтеза ДКМ радиоканалов с цифровой модуляцией сигналов в условиях диффузности ионосферы для обеспечения требуемой надежности и помехоустойчивости связи, что соответствует современным тенденциям развития систем дальней радиосвязи.

Актуальность исследования обусловлена тем, что развитие арктических проектов России требует создания надежных систем связи на большие расстояния. Для решения этих задач ДКМ радиосвязь является экономически наиболее целесообразной. Обеспечение современных требований к надежности ($D_{\text{св тр}} = 0,85$) декаметровых каналов связи с цифровыми сигналами при современных очень высоких требованиях к допустимой вероятности ошибки $P_{\text{ош доп}} = 10^{-5}$ представляется сложной научной задачей. Это обусловлено тем, что в условиях диффузности ионосферы обеспечить перспективные требования к надежности связи $D_{\text{св тр}} = 0,85$ с допустимой вероятностью ошибки $P_{\text{ош доп}} = 10^{-5}$ при реализуемом отношении сигнал/ шум (С/Ш) на входе приемника $h^2 \leq 40$ дБ традиционными способами (за счет повышения мощности передатчика и узконаправленных антенн и т.д.) не представляется возможным.

На базе применения методов системного анализа автор обосновал возможность и целесообразность достижения поставленной цели (обеспечения требуемой надежности ДКМ канала связи с цифровыми сигналами в условиях диффузности ионосферы) путем выбора (синтеза) параметров канала на основе результатов оценки уровня диффузности ионосферы с помощью метода GPS-зондирования неоднородностей ионосферы.

Основными результатами диссертации, обладающими научной новизной, на наш взгляд, являются:

1. Методика оценки надежности ДКМ канала связи с сигналами BFSK с райсовскими замираниями в зависимости от выбора отношения рабочей частоты к МПЧ при повышенных требованиях к помехоустойчивости ($P_{\text{ош.доп}} = 10^{-5}$) с учетом диффузности ионосферы, которая отличается от известных тем, что позволяет более достоверно оценить надежность связи в однолучевом ДКМ канале, где преобладают замирания Райса (а не Релея или Накагами).

2. Методика оценки надежности ДКМ канала связи при разнесенном приеме сигналов с цифровыми видами модуляции (M -PSK, M -QAM) с учетом диффузности ионосферы, которая отличается от известных тем, что разработана для случая райсовских замираний.

3. Методика выбора параметров ДКМ канала связи для обеспечения требуемой надежности связи, которая отличается от известных тем, что позволяет осуществить адаптацию ДКМ КС за счет выбора ряда параметров: отношения рабочей частоты к МПЧ, вида и кратности модуляции, характеристик разнесения приемных антенн (количества и дистанции допустимого разноса приемных антенн).

Результаты работы имеют практическую ценность, что подтверждается обоснованием возможности обеспечения требуемой надежности связи в однолучевом ДКМ канале ($D_{\text{св.тр}} = 0,85$ при $P_{\text{ош.доп}} = 10^{-5}$) с многократными цифровыми сигналами (M -PSK, M -QAM) в условиях диффузности ионосферы. Обосновано, что результаты зондирования уровня диффузности ионосферы и применения разработанной методики выбора параметров ДКМ канала связи позволяют в условиях сильной диффузности ионосферы обеспечить повышение надежности ДКМ канала связи с многократными цифровыми сигналами на 55...64% за счет разнесенного приема на $n=2-4$ антенны и на 11...16 % за счет выбора кратности (M) и вида модуляции.

К числу замечаний по работе можно отнести следующее:

1. Целесообразно более детально раскрыть способ устранения дискретной многолучевости в ДКМ каналах связи на основе применения цифровых ФАР и его ограничения.

2. Не приведены сведения о технических решениях по обеспечению требуемой надежности ДКМ канала связи с цифровыми сигналами в условиях диффузности ионосферы, разработанные автором в двух патентах и двух свидетельствах о регистрации программ на ЭВМ.

Несмотря на указанные замечания, считаю, что диссертационная работа «Параметрический синтез декаметрового канала связи с цифровыми сигналами в условиях диффузности ионосферы» представляет собой научно-квалификационную работу, удовлетворяющую пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Белоконь Дмитрий Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Доктор технических наук, профессор кафедры радиоэлектронных устройств и систем Воронежского государственного технического университета

 Пастернак Юрий Геннадьевич

«30» октября 2025 г.

Подпись Пастернака Ю.Г. заверяю:

Проректор ВГТУ по науке и инновациям, д.т.н.



 Башкиров А.В.

Контактные данные:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет». 394006, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д. 84.
Тел.: +7-951-541-63-23. E-mail: pasternakyg@mail.ru. Сайт: <https://cchgeu.ru/>

Даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 Ю.Г. Пастернак