

Министерство Образования Украины  
Харьковский государственный технический  
университет радиоэлектроники

На правах рукописи

УДК.621.371

Антипов Иван Евгеньевич

**Оптимизация ориентации диаграмм направленности антенн  
метеорных радиотехнических систем с целью повышения их  
пропускной способности в условиях коротких трасс**

05.12.21 - радиотехнические системы специального  
назначения, включая технику СВЧ, и технологии их  
производства

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Харьков 1996

621.39

АВ 36.629

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00344252 (K)

Диссертация представляе  
Работа выполнена в  
техническом университете рад  
Научный руководитель:  
заслуженный деятель науки  
наук, профессор Кащеев Борис Леонидович.

Украины, доктор технических

Официальные оппоненты:

1. Горбенко Иван Дмитриевич, профессор, доктор технических наук (Харьков, ХТУРЭ);
2. Сидоров Владимир Васильевич, профессор, доктор физико-математических наук (Казань, КГУ).

Ведущая организация: Российский институт радионавигации и времени, г. Санкт-Петербург.

Защита состоится 28 января 1997 года в 14<sup>00</sup> на заседании специализированного совета Д 02.25.05 в Харьковском государственном техническом университете радиоэлектроники по адресу 310726 г. Харьков, пр. Ленина, 14, телефакс - (0572) 40-91-13.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан "25" декабря 1996 года

Ученый секретарь  
специализированного совета  
кандидат технических наук

Безрук В.М.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и степень исследованности темы диссертации

Актуальность темы связана с необходимостью повышения пропускной способности метеорных радиотехнических систем, функционирующих в специфических условиях коротких трасс. Большая часть известных исследований радиометеорного канала выполнена для длинных трасс. Длительное время предполагалось, что его использование для коротких расстояний неэффективно и нецелесообразно. Однако практически полная исчерпанность возможностей создания новых каналов в традиционной (низкочастотной) части радиодиапазона и возрастание объемов передаваемой информации, заставляет использовать все природные механизмы распространения: радиоволн для организации радиоканалов. Многочисленные достоинства метеорного радиоканала (экономичность при эксплуатации, отсутствие "зоны молчания", скрытность, потенциально высокая электромагнитная совместимость) объясняют появление в ряде стран новых специализированных метеорных радиотехнических систем, а также интерес к возможности организации радиометеорных каналов, в том числе, на небольшие расстояния. Для Украины данная задача особенно актуальна, поскольку размеры и конфигурация территории страны могут предполагать использование метеорного радиоканала преимущественно в условиях коротких трасс. "Короткой" применительно к метеорному радиоканалу следует считать такую трассу, на которой неизменная ориентация диаграмм направленности (ДН) антенн вдоль трассы не обеспечивает максимальный пропускной способности системы. Численные оценки сделаны в работе.

Важнейшей характеристикой эффективности метеорной радиотехнической системы связи, влияющей на ее пропускную способность, является коэффициент заполнения радиометеорного канала, равный отношению времени существования канала к полному времени работы системы. При заданной частоте и технических параметрах передающей и приемно-регистрирующей аппаратуры на известной трассе коэффициент заполнения зависит от времени года и суток, формы и ориентации ДН антенн. Последнее обстоятельство имеет особо существенное значение именно на коротких трассах. Отсюда вытекает актуальная задача оптимизации ориентации ДН антенн метеорных радиотехнических системы связи в условиях коротких трасс.

Диссертационные исследования связаны с НИР выполняемыми в Проблемной Научно-исследовательской лаборатории кафедры "Основы радиотехники" ХТУРЭ в рамках ее научного направления, включены в Национальную космическую программу Украины: "Разработка радиоканала метеорной синхронизации шкал времени и передачи данных для обеспечения управления КА "СИЧ-1" (ГР N 0195U023043), а также "Исследование путей использования в Украине радиометеорного канала связи для передачи информации для решения народнохозяйственных задач." (ГР N 0193U039120), "Поиск и определение граничных значений параметров метеорного радиоканала, влияющих на его устойчивость, пропускную способность и помехозащищенность с целью создания метеорной автоматизированной подсистемы передачи данных в интересах медикобиологического и социального мониторинга окружающей среды." (г/б 406-4).

#### Цель работы и основные задачи научного исследования

Целью диссертационной работы является разработка и экспериментальная проверка имитационной модели метеорного радиоканала как составной части метеорных радиотехнических систем для специфических условий их эксплуатации.

Основные задачи научного исследования: разработка методики определения пропускной способности метеорных радиотехнических систем связи в условиях коротких трасс; обоснование выбора ширины и ориентации ДН антенн радиотехнических систем связи для обеспечения максимальной пропускной способности в этих условиях.

#### Научная новизна

1. Разработана методика определения наиболее рационального с точки зрения коэффициента заполнения метеорного радиоканала направления ориентации ДН антенн метеорных радиотехнических систем в условиях коротких трасс, включающая в себя новую имитационную модель метеорного радиоканала.

2. В астрономической базе модели (данных о метеорных частицах в Солнечной системе, необходимых для осуществления имитационного моделирования) впервые учтено распределение метеорных частиц по скоростям, индивидуальное для каждого участка небесной сферы, а не только плотность распределения радиантов по этим участкам.

3. Теоретически и экспериментально исследована зависимость коэффициента заполнения радиометеорного канала от ориентации ДН антенн радиотехнических систем для трасс различной длины и расположения относительно стран света.

Критериями достоверности результатов, полученных посредством моделирования являются их экспериментальное подтверждение и соответствие данным, известным из публикаций.

#### Практическая ценность работы

1. При использовании радиометеорного канала для связи с подвижными объектами (кораблями, междугородним автотранспортом) результаты работы позволяют существенно повышать пропускную способность канала за счет выбора ориентации ДН антенн в широком диапазоне длин трасс метеорной радиосвязи (от 2000-2200 км до нулевой).

2. Разработана модель, базирующаяся на результатах многолетних исследований притока метеорного вещества, полученных в Харьковском техническом университете радиоэлектроники, которая позволяет оценивать пропускную способность любой метеорной радиотехнической системы в Северном полушарии.

3. Создана метеорная радиотехническая система и составлены алгоритмы ее работы в режиме измерения коэффициента заполнения, других характеристик радиометеорного канала, а также в режиме передачи информации.

#### Использование и внедрение

Результаты диссертационной работы использованы в проекте технического задания на разработку Государственной системы сбора и обработки данных о навигационных параметрах и состоянии подвижных объектов, использующей радиометеорный канал.

#### Личный вклад автора

Автором лично разработана имитационная модель метеорного радиоканала в условиях коротких трасс, составлена программа для ЭВМ, реализующая эту модель, выполнены расчеты коэффициента заполнения радиометеорного канала с целью определения наиболее рациональной ориентации ДН антенн для трасс различной длины.

Разработана и создана экспериментальная метеорная радиосистема для проведения измерений, составлен алгоритм и

программа ее работы. С использованием экспериментальной радиосистемы проведены измерения коэффициента заполнения и других характеристик метеорного радиоканала на коротких трассах общей продолжительностью 420 часов. Осуществлена обработка результатов измерений, их анализ и сопоставление с модельными данными.

В научных работах, написанных в соавторстве, автором проанализированы условия функционирования метеорной радиотехнической системы (соавторы Б.Г. Бондарь, Б.Л. Кащеев); предложена техническая реализация способа синхронизации при метеорной связи (соавтор Б.Г. Бондарь)

#### Апорбация результатов работы

Основные результаты работы обсуждались на Международной НТК "Техника и физика электронных систем и устройств" (18-20 мая 1995, Сумы); Юбилейной НПК "100 лет изобретения радио" (24-26 мая 1996, Киев); Международной НТК "Теория и техника передачи, приема и обработки информации" (18-21 сентября 1995, Туапсе); Научной конференции "Метеорные частицы в атмосфере Земли" (7-9 октября 1996, Харьков).

#### Публикации

По теме диссертации опубликовано 9 работ, из них 2 статьи в информационном бюллетене, 3 депонированные статьи, 4 тезиса докладов. Принята заявка на изобретение.

#### Положения, выносимые на защиту

1. Математическая модель метеорного радиоканала, основанная на данных о притоке метеорного вещества, полученных в результате многолетних наблюдений на самой чувствительной в мире Метеорной Автоматизированной Радиосистеме (МАРС) Харьковского технического университета радиоэлектроники.

2. Методика выбора наиболее рациональной с точки зрения пропускной способности ориентации антенн метеорных радиотехнических систем передачи информации в условиях коротких трасс, базирующаяся на вышеуказанной модели метеорного радиоканала.

3. Результаты моделирования и экспериментальных исследований метеорного радиоканала в условиях коротких трасс.

### Структура и объем диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и приложений. В работе 105 страниц текста, 27 рисунков, 10 таблиц. В списке литературы 103 наименования. В приложениях 25 страниц.

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность решаемой задачи, сформулированы цель и основные задачи научного исследования, приведена краткая характеристика работы, сведения о публикациях и апробации ее результатов.

#### 1. Физические основы и технические особенности построения и функционирования метеорных радиотехнических систем

Работа метеорных радиотехнических систем возможна за счет отражения метровых волн от ионизированных метеорных следов, возникающих при вторжении в земную атмосферу частиц с массами  $10^{-8} \dots 10$  г. Метеорный радиоканал включает в себя среду распространения от передающей антенны до метеорного следа со своими параметрами (диэлектрической и магнитной проницаемостью и удельной проводимостью), метеорный след, характеризуемый линейной электронной плотностью, ориентацией относительно направления распространения и вектора  $E$  электромагнитной волны, начальным радиусом, коэффициентом амбиполярной диффузии, а также среду распространения от следа до приемной антенны со своими параметрами. Пропускная способность метеорного радиоканала зависит от полосы пропускания, отношения сигнал/шум в канале и времени  $T_n$  существования канала, определяемого коэффициентом заполнения:

$$\zeta = \frac{T_n}{T_0} \cdot 100 \% \quad , (1)$$

где  $T_0$  - полное время работы системы.

Рассмотрено несколько примеров метеорных радиотехнических систем, созданных в разное время в разных странах, в том числе КОМЕТ, использовавшаяся для связи между штабами НАТО в Европе. Подчеркивается что на систему метеорной связи не случайно была возложена передача информации между штабами военного блока, поскольку линии метеорной связи отличаются повышенной

устойчивостью к ионосферным возмущениям и искусственным воздействиям, вызывающим резкое возрастание ионизации и поглощения радиоволн. Кратко представлены также современные системы метеорой связи: Snotel (США), предназначенная для передачи метеорологической информации и других данных и TRANSTRAC, обеспечивающая автоматическое определение местоположения подвижных транспортных средств и двухстороннюю связь с ними на всей континентальной части территории США.

Отмечается, что в систематическом изучении метеорного радиоканала на коротких трассах имеется некоторый пробел. В оценке того, что следует считать "короткой трассой" применительно к метеорному радиоканалу существуют различные мнения: А.В.Карпов и А.Кодиров - до 500 км, Дж.Вейтзен - до 400 км, встречаются оценки - до 200 км.

Основной особенностью коротких трасс является то обстоятельство, что "полезные" для связи метеорные следы могут возникать с любой стороны от оси трассы и позади от пунктов связи. Строго говоря, с точки зрения геометрии отражения, "полезные" следы позади пунктов связи возникают и на длинных трассах, поскольку величины малых полуосей зеркальных эллипсоидов могут принимать любые значения. Но их относительный вклад в коэффициент заполнения невелик, а на расстояниях свыше 1000 км такие следы вообще оказываются вне зоны радиовидимости для второго пункта.

Другая особенность коротких трасс состоит в том, что по мере уменьшения расстояния численность полезных для связи следов возрастает, а их средняя длительность убывает.

Коэффициент заполнения и, следовательно, пропускная способность метеорных радиотехнических систем связи (для заданной трассы в определенное время года и суток) зависит от формы и ориентации ДН антенн. В связи с этим возникает вопрос о возможности выбора таких значений этих параметров, которые обеспечили бы наилучшие показатели систем применительно к решаемым задачам. Для коротких трасс фактор ширины и ориентации ДН антенн имеет особо существенное значение. Таким образом, имеет место задача оптимизации ориентации ДН антенн метеорных радиотехнических систем в условиях коротких трасс. Для ее решения необходимо определить целевую функцию:

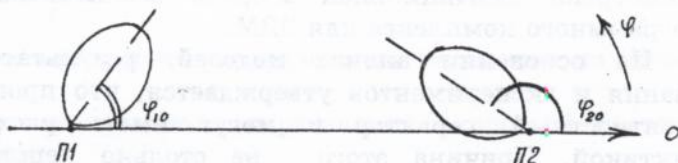


Рисунок 1 - Ориентация ДН антенн

$$F(f_1(\varphi, \theta), f_2(\varphi, \theta), \varphi_{10}, \varphi_{20}, \theta_{10}, \theta_{20}) \quad , (2)$$

где,  $f_1, f_2$  - ДН антенны в пунктах  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ ;

$\varphi_{10}, \varphi_{20}$  - направления максимумов ДН в азимутальной плоскости, рис. 1;

$\theta_{10}, \theta_{20}$  - направления максимумов ДН в угломестной плоскости.

Приведенная целевая функция зависит от расположения полезных для связи метеорных следов относительно пунктов связи. Плотность их распределения в пространстве, в свою очередь, зависит от распределения метеорных радиантов по небесной сфере, распределения скоростей метеорных частиц, времени года и суток, длины и ориентации трассы относительно стран света.

Определение целевой функции в виде аналитической зависимости от вышеприведенных факторов затруднено достаточно сложным характером взаимосвязи. Для конкретной трассы поиск наиболее рациональной ориентаций возможен эмпирическим методом, однако, для решения задачи в общем виде требуется применение имитационного моделирования. В результате моделирования для каждого дня и часа для конкретной трассы могут быть получены значения целевой функции в заданных точках.

Структуру модели метеорного радиоканала можно представить состоящей из нескольких основных компонентов 1) астрономическая модель притока метеорного вещества на Землю; 2) методика геометрического отбора; 3) физическая модель образования следа; 4) математическая модель приемопередающей аппаратуры и энергетической селекции.

Рассмотрен ряд моделей метеорного распространения радиоволн. Особое внимание уделено одной из недавних работ А.В. Карпова, В.В. Сидорова и С.Н.Терешина, в которой рассмотрена имитационная модель, реализованная в виде программного комплекса для ЭВМ.

На основании анализа моделей, результатов моделирования и экспериментов утверждается, что прогнозы носят вероятностный характер и могут иметь расхождение с практикой. Причина этого - не столько неполное знание физики процессов в атмосфере, но, прежде всего, неполная информация о притоке метеорного вещества на Землю. В этой связи является актуальной задача обработки данных многолетних наблюдений, проводившихся на комплексе МАРС Харьковского технического университета радиоэлектроники, представленных в работах Ю.И.Волощука и Б.Л. Кащеева и составление на их основе распределений плотности потоков метеорных частиц.

Таким образом, задача оптимизации ориентации ДН антенн на коротких трассах разделяется на несколько составляющих:

- нахождение распределения плотности метеорных радиантов;
- разработка модели, позволяющей на основании этого распределения получать данные об областях преобладания полезных для связи метеорных следов для любой трассы, любого времени года и суток;
- выработка рекомендаций по ориентации ДН антенн метеорных радиотехнических систем и ее изменению в течение суток на основании информации об областях с преобладающим количеством полезных метеорных следов.

## 2. Моделирование метеорного радиоканала на коротких трассах

В главе приведено полное подробное описание модели. Поскольку это не первая модель метеорного радиоканала, то указаны отличия данной работы от известных:

- исходными данными для моделирования служат материалы многолетних наблюдений притока метеорного вещества на Метеорной автоматизированной радиолокационной системе Харьковского технического университета радиоэлектроники;
- в астрономической базе модели учтено не только пространственное распределение плотности радиантов, но и пространственное распределение скоростей частиц;
- результатом моделирования является не просто

коэффициент заполнения, а коэффициент заполнения как функция ориентации ДН антенн.

На рис.2 приведена структура модели, представленная в форме машинного алгоритма. При моделировании учитываются:

- 1) неравномерность распределения радиантов по небесной сфере;
- 2) неравномерность распределения скоростей частиц по небесной сфере;
- 3) сезонные изменения неравномерностей 1) и 2);
- 4) метеорные следы, возникающие как между приемным и передающим пунктами, так и в стороне от оси трассы и позади любого из пунктов.

В программной реализации модели принят ряд упрощений, позволяющих сократить время расчета с учетом особенностей коротких трасс.

Далее в работе представлены и обоснованы формулы, по которым выполняется каждый из указанных этапов вычислений. Обоснован выбор размеров области, в пределах которой осуществляется моделирование метеорных следов в зависимости от длины трассы. Предложен аналитический способ проверки выполнения условия касания следа к зеркальному эллипсоиду путем решения уравнения третьей степени. В качестве физической модели метеорного следа в работе используется в основном модель К.В.Костылева.

На первом этапе моделирования определяются количество и индивидуальные характеристики метеорных следов: координаты, линейная электронная плотность, коэффициент амбиполярной диффузии в отражающей точке, а также ориентация следов. Эти характеристики запоминаются для последующей обработки.

На основании результатов предыдущего этапа моделирования, выполняется расчет коэффициента заполнения для антенн с заданными характеристиками при различных углах поворота их ДН. Он зависит от ширины, формы и ориентации ДН антенн в азимутальной и угломестной плоскостях в каждом пункте. Таким образом, задача оптимизации является многофакторной. На практике наибольший интерес представляет ориентация ДН в азимутальной плоскости. При фиксированной форме ДН областью определения целевой функции (2) является сложная двумерная поверхность. Ее развертка на плоскости представлена на рис.3. Оптимизацию целесообразно осуществлять методом прямого поиска вблизи диагонали OA и отрезков BC и DE.

для заданного времени вычисляется долгота апекса, звездное время для данной трассы, площадь зоны генерации

для каждого псевдорадиянта

для каждой градации по скорости

вычисляются гелиоцентрически координаты радианта и гелиоцентрическая скорость частицы

вычисляются горизонтальные координаты радианта и внеатмосферная скорость частицы

в пределах метеорной области генерируются точки со случайными координатами. Количество точек прямо пропорционально активности псевдорадиянта и эффективной площади зоны генерации

для каждой точки

проверяется условие касания следа к зеркальному эллипсоиду

При выполнении условия касания

определяется высота точки касания;

генерируется случайная масса и плотность частицы

определяется высота максимума ионизации и электронная плотность в отражающей точке

определяется постоянная времени рассеяния следа

координаты точки, электронная плотность в ней и длительность следа запоминается для последующей обработки;

Рисунок 2 - Структура имитационной модели

Для определения длительности следа принята экспоненциальная модель снижения уровня отраженного сигнала. Суммарная длительность сигналов, превысивших установленный порог, накапливается и на ее основании вычисляется коэффициент заполнения. На рис.4 приведено графическое представление результатов расчета для одного часа для трассы длиной 120 км.

### 3. Анализ данных моделирования и экспериментов

Для проверки правильности модельных расчетов при определении коэффициента заполнения на заданных трассах и выбора наиболее рационального направления ориентации ДН антенн были проведены экспериментальные измерения на трассах Харьков - Балаклея (длина 80 км, ориентация северо-запад - юго-восток), Балаклея - Забарино (длина 120 км, ориентация восток - запад) и Харьков - Забарино (длина 100 км, ориентация северо-восток - юго-запад) на частотах 57,1 и 42,5 МГц. Всего проведено 9 циклов измерений в зимнее, весеннее и летнее время общей продолжительностью 420 часов. Для измерений была использована измерительная метеорная радиотехническая система, разработанная и созданная автором и пригодная для передачи данных [2, 6]. Импульсная мощность передатчика 500 Вт, минимальная регистрируемая длительность метеорного следа 20 мс.

В результате измерений также получены распределения длительностей метеорных следов при использовании 3-х и 5-элементных вибраторных антенн. Показано, что в случае слежения за областью с наибольшей концентрацией метеоров в ходе ее суточного смещения целесообразно использовать 5-элементные волновые каналы, а при неподвижных антеннах преимущество имеют 3-х элементные (рис.5).

Абсолютная величина коэффициента заполнения при переходе от 5 к 3-элементной антенне меняется незначительно, однако в последнем случае уменьшается средняя длительность существования следа (рис 6.), что в условиях реальных протоколов обмена данными по радиометеорному каналу равнозначно уменьшению пропускной способности.

В результате моделирования и эксперимента также установлено, что суточный ход коэффициента заполнения на коротких трассах больше, чем на длинных. Отношение утреннего максимума к вечернему минимуму достигает 10-15 (с учетом изменения ориентации антенн), а при фиксированном положении антенн может превышать 20.

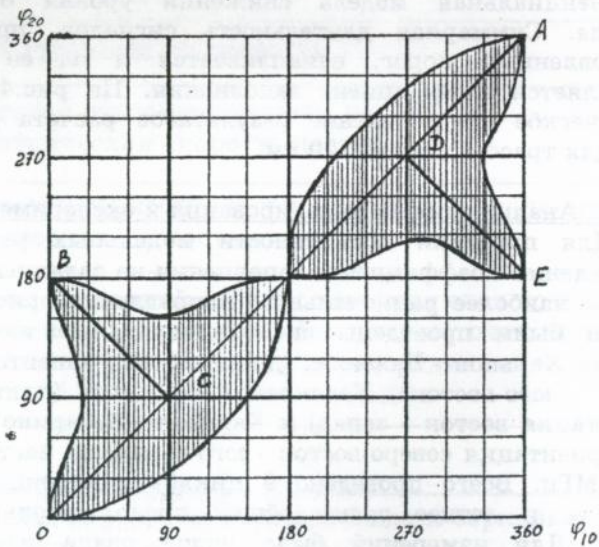


Рисунок 3 - Область определения целевой функции

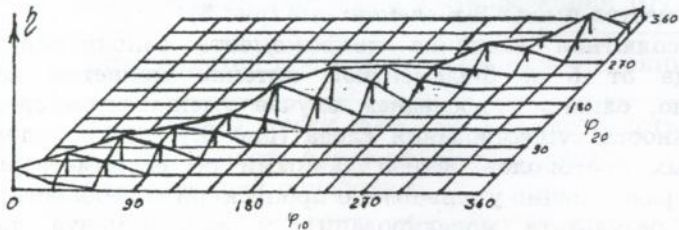
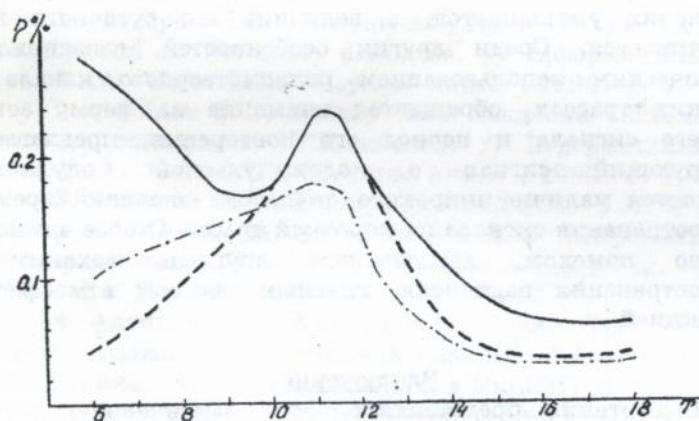
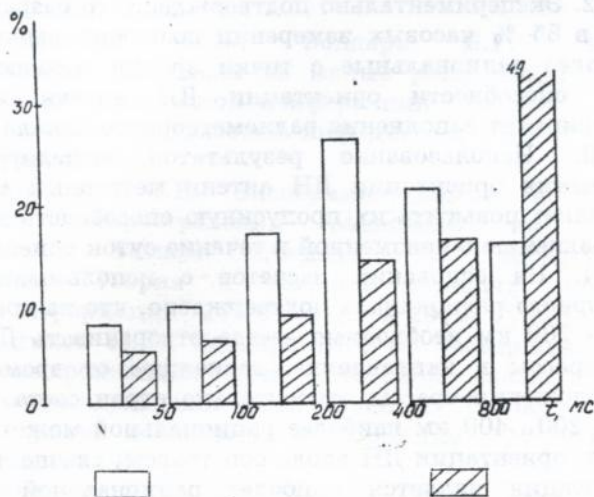


Рисунок 4 - Результаты расчетов коэффициента заполнения для одного часа на трассе 120 км



- - - 3 - х элементные антенны с неизменной ориентацией  
 — 5 - ти элементные антенны с переменной ориентацией  
 - - - 5 - ти элементные антенна с неизменной ориентацией  
 Рисунок 5 - Суточный ход коэффициента заполнения на трассе 80 км



□ 3 - х элементные антенны      ▨ 5 - ти элементные антенны

Рисунок 6 - Относительный вклад следов различной длительности в коэффициент заполнения на трассе 80 км

По мере укорочения трассы среднесуточный коэффициент заполнения уменьшается, а величина его суточного хода увеличивается. Среди других особенностей, связанных с практическим использованием радиометеорного канала на коротких трассах, обращается внимание на форму зондирующего сигнала и период его повторения, предлагается зондирующий сигнал с кодоимпульсной модуляцией. Отмечается наличие широкого диапазона значений времени распространения сигнала на короткой трассе. Особое внимание уделено помехам, вызываемым другими механизмами распространения радиоволн, главным образом атмосферной рефракцией.

### Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, посвященную решению актуальной научной задачи повышения пропускной способности метеорных радиотехнических систем связи в условиях коротких трасс путем оптимизации ориентации ДН их антенн.

Основные результаты научных исследований.

1. Создана модель метеорного радиоканала и ее программная реализация.

2. Экспериментально подтверждено, что разработанная модель в 85 % часовых измерений позволяет верно определять наиболее рациональные с точки зрения максимума пропускной способности ориентации ДН антенн и оценивать коэффициент заполнения радиометеорного канала.

3. Использование результатов моделирования для изменения ориентации ДН антенн метеорных систем связи позволяет повысить их пропускную способность на 40 - 60 % по сравнению с неизменной в течение суток ориентацией.

4. На основании расчетов с использованием модели метеорного радиоканала подтверждено, что на трассах длиной менее 200 км необходимо всегда отворачивать ДН антенн от оси трассы в направлении, зависящее от времени суток и расположения трассы относительно стран света. На расстояниях 200...400 км наиболее рациональной может быть, в том числе, ориентация ДН вдоль оси трассы, свыше 400 км такая ориентация является наиболее рациональной практически всегда. Таким образом, в метеорных радиотехнических системах, предназначенных для связи с подвижными объектами на трассах короче 400 км для повышения их пропускной способности целесообразно изменять положения максимумов ДН антенн.

## ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ РАБОТЫ

1. Antipov I.E. The investigation of the meteor-burst propagation at the short distances. // Інформаційний Бюлетень УАА.- Київ: ВПЦ "Наукова книга", 1996.- N 9.- С.54-55.

2. Антипов І.Е., Бондар Б.Г. Поеднана система метеороного та локального УКХ зв'язку. // Інформаційний Бюлетень УАА. -Київ: ВПЦ "Наукова книга", 1996.- N 9.-С. 55-56.

3. Антипов И.Е., Бондарь Б.Г., Кащеев Б.Л. К вопросу о выборе объема пакета передаваемой информации при метеорной связи.//Харьк. ин-т радиоэлектроники. - Харьков, 1993.- 5 с. Деп. в УкрИНТЭИ N 462-Ук93.

4. Антипов И.Е., Бондарь Б.Г., Кащеев Б.Л. О процедуре синхронизации при метеорной связи.// Харьков. ин-т радиоэлектроники.- Харьков, 1993. Деп. в УкрИНТЭИ N 475-Ук93.

5. Антипов И.Е. Оптимизация режима работы метеорной радиотехнической системы в условиях короткой трассы.//Харьк. гос. техн. ун-т радиоэлектроники.- Харьков, 1996. -5 с. Деп. в ГНТЕ N 997 - Ук96.

6. Антипов И.Е., Бондарь Б.Г. Устройство управления станцией метеорной связи на однокристальном микропроцессоре.// Тезисы доклада международной НТК "Техника и физика электронных систем и устройств", 18-20 мая 1995.- Сумы, С.103-104.

7. Антипов И.Е., Бондарь Б.Г. Метеорное распространение радиоволн на малые расстояния.// Тезисы доклада на международной конференции "Теория и техника передачи, приема и обработки информации", 18-21 сентября 1995, Туапсе, С.29.

8. Антипов И.Е. Экспериментальные исследования метеорного распространения радиоволн на короткие расстояния.// Тезисы доклада на международной конференции "Теория и техника передачи, приема и обработки информации" 17-19 сентября 1996, Туапсе, С.79.

9. Антипов И.Е., Бондарь Б.Г. Об усовершенствовании способа синхронизации при метеорной связи.// Тезисы доклада на международной конференции "Теория и техника передачи, приема и обработки информации", 17-19 сентября 1996. - Туапсе, С.90.

10. Антипов И.Е., Бондарь Б.Г. Способ синхронизации при метеорной радиосвязи. // Заявка на изобретение N 94030781 от 11.6.93.

Антипов И.Е. "Оптимизация ориентации диаграмм направленности антенн метеорных радиотехнических систем с целью повышения их пропускной способности в условиях коротких трасс", рукопись. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.21 - радиотехнические системы специального назначения, включая технику СВЧ, и технология их производства. - Харьковский государственный технический университет радиоэлектроники, Харьков, 1996 г.

В работе решена задача повышения пропускной способности метеорных радиотехнических систем в условиях коротких трасс путем оптимизации ориентации диаграмм направленности их антенн. Для ее решения применено имитационное моделирование метеорного радиоканала с использованием астрономической базы данных, полученной путем обработки результатов наблюдений притока метеорного вещества на комплексе МАРС Харьковского университета радиоэлектроники. Данные моделирования проверены экспериментально. Результаты работы могут способствовать повышению пропускной способности метеорных радиосистем на коротких трассах на 40-60 %.

I.E. Antipov. "The antenna diagrams orientation optimisation of the meteor-burst radioengineering systems on the short ranges for the throughput increasing", manuscript. The thesis nominated for the candidate's degree on the speciality 05.12.21 - The special radioengineering systems, including microwave engineering and production practise. - Kharkov State Technical University of Radioelectronics, 1996.

In this work the task of increasing the throughput of the meteor-burst radioengineering systems on the short ranges by optimisation of the antenna diagrams orientation is devoted. In order to find the solution the imitation modeling of the meteor-burst channel was used. The modeling was based on the overworked astronomical data of the meteor substance's income, obtained on the complex MARS (Meteor Automatic Radiosystem) in Kharkov university of radioelectronics. As the result of the work we expect to increase the throughput of the meteor-burst radioengineering systems on the short ranges on about 40-60 %.

Ключові слова: моделювання, метеорний радіоканал, діаграма спрямованості, радіант, оптимізація орієнтації.

Антипов Иван Евгеньевич



Оптимизация ориентации диаграмм направленности антенн метеорных радиотехнических систем с целью повышения их пропускной способности в условиях коротких трасс

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Ответственный за выпуск Кащеев Б.Л.

Подписано к печати 24.12.96 Печатных листов

Формат

Заказ N

Тираж

 **ТАЛАНТ**

ООО "ТАЛАНТ"  
Сумская 13, 2 этаж, к.1  
тел. (0572) 12-78-29

Ав 36.629

АВ 36.629

Аннотация. В работе описаны конструктивные особенности и принцип действия автоматизированной системы управления технологическим процессом (АУТП) на основе микропроцессора. Система предназначена для управления технологическим процессом в условиях неопределенности параметров объекта управления. В работе описаны конструктивные особенности и принцип действия АУТП на основе микропроцессора. Система предназначена для управления технологическим процессом в условиях неопределенности параметров объекта управления.

Ключевые слова: автоматизированная система управления технологическим процессом, микропроцессор, управление технологическим процессом, неопределенность параметров объекта управления.

Введение. В настоящее время в промышленности широко применяются автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП). Однако в условиях неопределенности параметров объекта управления (ОУ) традиционные методы управления оказываются неэффективными. В связи с этим возникает необходимость разработки новых методов управления технологическим процессом в условиях неопределенности параметров объекта управления.

Целью работы является разработка автоматизированной системы управления технологическим процессом (АУТП) на основе микропроцессора, способной управлять технологическим процессом в условиях неопределенности параметров объекта управления.

В работе описаны конструктивные особенности и принцип действия АУТП на основе микропроцессора. Система предназначена для управления технологическим процессом в условиях неопределенности параметров объекта управления. В работе описаны конструктивные особенности и принцип действия АУТП на основе микропроцессора. Система предназначена для управления технологическим процессом в условиях неопределенности параметров объекта управления.

Выводы. Разработана автоматизированная система управления технологическим процессом (АУТП) на основе микропроцессора, способная управлять технологическим процессом в условиях неопределенности параметров объекта управления.

Литература. 1. Иванов, И. И. Автоматизация технологических процессов. М.: Машиностроение, 1985. 2. Петров, П. П. Управление технологическим процессом в условиях неопределенности параметров объекта управления. М.: Наука, 1990. 3. Смирнов, С. С. Автоматизированные системы управления технологическим процессом. М.: Энергоатомиздат, 1988. 4. Федотов, Ф. Ф. Микропроцессорные системы управления технологическим процессом. М.: Радио и связь, 1987. 5. Хитров, Х. Х. Автоматизация технологических процессов. М.: Машиностроение, 1985.

Информация об авторе. Автор статьи: [Имя Фамилия], кандидат технических наук, доцент кафедры [Название кафедры], [Название университета].