

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
Киевский институт инженеров гражданской авиации

На правах рукописи

Буров Владимир Александрович

ПРИНЦИПЫ И АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ЗОН
МНОГОПОЗИЦИОННЫХ РНС С УЧЕТОМ КОНФИГУРАЦИИ ИХ
РАЗМЕЩЕНИЯ В ЗАДАНЫХ РЕГИОНАХ ОБСЛУЖИВАЕМОГО
ПРОСТРАНСТВА

05.22.13 - навигация и управление воздушным
движением

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев 1993г

113 20.677

Работа выполнена в Киевском институте
инженеров гражданской авиации

Научный руководитель

академик АТ Украины, доктор
технических наук, профессор Белязевский Л.С.

Официальные оппоненты:

заслуженный деятель науки и техники Украины,
доктор технических наук, профессор Игнатов Р.А.
кандидат физ.-мат. наук Алмазов Л.А.

Ведущая организация - научно-исследовательский институт
"Квант", г.Киев.

Защита состоится 28 декабря 1993г. в 10 часов на
заседании специализированного совета Д.01.35.01 при Киев-
ском институте инженеров гражданской авиации по адресу:
252601 Киев-58, ГСП, пр. Космонавта Комарова, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической
библиотеке института.

Автореферат разослан 26 ноября 1993г.

Ученая секретарь
специализированного совета Иванченко Р.А.



ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00802318 (M)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одним из важнейших условий повышения безопасности и экономичности самолетовождения является повышение точностных характеристик и надежности радиотехнических средств навигации. Современный этап развития воздушного транспорта характеризуется увеличением интенсивности полетов, в результате чего предъявляются более жесткие требования к пропускной способности воздушных трасс и безопасности полетов. В этих условиях повышение эффективности использования радиотехнических средств навигации и УВД неразрывно связывается с повышением точностных характеристик навигационных средств и надежности получения навигационной информации.

Повышение точности и надежности навигационного обеспечения способствует сокращению полетного времени и, следовательно, улучшению технико-экономических показателей полетов воздушных судов (ВС). Использование принципов зональной навигации, прокладка новых воздушных трасс, также требует применения средств точного определения координат ВС. Поэтому разработка и внедрение новых радионавигационных систем повышенной точности представляет собой важную практическую задачу.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения точности навигации является объединение типовых, пространственно-разнесенных РНС, в многопозиционную радионавигационную систему (МРНС), создающую в пространстве единое скалярное поле навигационного параметра. Причем, подобный вариант построения МРНС, на основе типовых подсистем, не требует больших капиталовложений, поскольку возможен вариант объединения уже существующих подсистем. Совместная обработка избыточной информации на борту подвижного объекта (ПО), или в наземном диспетчерском пункте позволяет обеспечить значительное повышение точности и надежности навигации, в случае использования МРНС.

МРНС и комплексные навигационные системы представляют собой многоуровневые иерархические структуры, состоящие из множества функционально связанных подсистем. Основными особенностями МРНС по сравнению с однопозиционными системами являются: наличие большой структурной и информационной избыточности, учет геометрических особенностей размещения подсистем, единая

синхронизация связей между подсистемами, использование статистических методов обработки измерительной информации. Наличие этих особенностей позволяет выделить МРНС в отдельный класс радиотехнических средств навигации и требует разработки специальных методов их анализа и синтеза.

Для оценки тактических возможностей МРНС и проведения сравнительного анализа их между собой, широко используется понятие рабочей зоны (области), под которой понимается часть пространства (поверхности), ограниченная предельно допустимой погрешностью определения координат ПО. К основным характеристикам рабочих зон относятся: размеры, пространственная конфигурация, законы распределения погрешностей в пределах рабочей зоны системы. Рабочая зона определяется дальностью действия системы, допустимой погрешностью определения местоположения ПО, диаграммами направленности антенных систем и геометрическими особенностями размещения системы.

Методы и алгоритмы формирования и анализа рабочих зон однопозиционных типовых РНС, состоящих из минимального количества станций широко освещены в работах Шебшаевича В.С., Есляевского Л.С., Олянюка П.В., Цветнова В.В., Ярлыкова М.С. В то же время, методика построения и анализа рабочих зон для МРНС находится, в настоящее время, в стадии разработки и развития. Существующие методы построения и анализа рабочих зон МРНС основываются в основном на декомпозиции общей структуры системы и выделении типовых подсистем минимального состава с простейшей рабочей зоной. При этом не учитывается сложность пространственной конфигурации рабочей зоны МРНС, формирующейся с учетом всех функциональных связей, присущих системам подобного типа.

Поэтому необходимо разработать математический и алгоритмический аппарат построения и анализа рабочих зон МРНС, учитывающий все особенности этого класса радиотехнических средств навигации. В частности, требуются решения вопросы формализации методов построения сложных рабочих зон МРНС с учетом конкретных условий эксплуатации и особенностей реализации системы, что возможно только на основе широкого использования вычислительной техники. Необходимо, также, обосновать общую методику

оценки оптимальности того или иного варианта пространственной конфигурации и количественного состава МРНС в зависимости от требуемых размеров и конфигурации рабочей зоны. Требуется оценить влияние условий эксплуатации системы и надежных характеристик отдельных подсистем на состояние рабочей зоны. Поэтому задача разработки принципов и алгоритмов построения рабочих зон, определения функциональных зависимостей между пространственной конфигурацией МРНС, количественным составом системы и, характеристиками, формирующейся при этом рабочей зоны, представляется весьма актуальной.

Решение описанных вопросов определило содержание диссертационной работы.

Цель диссертационной работы является научное обоснование и разработка принципов, методики и алгоритмов построения рабочих зон МРНС, выбора рационального варианта размещения элементов системы, с целью оптимизации характеристик рабочей зоны, с учетом ожидаемых условий эксплуатации МРНС. Поставленная цель достигается решением следующих основных задач:

1. обоснования и выбора математических моделей рабочих зон МРНС различных типов;
2. определения основных показателей и характеристик, характеризующих оптимальность выбора конфигурации пространственного размещения МРНС и рационального количественного состава системы;
3. разработки методики выбора рационального размещения подсистем МРНС в заданных областях пространства, с целью обеспечения заданных характеристик рабочих зон;
4. разработки принципов и методики построения рабочих зон МРНС с учетом условий эксплуатации;

Научная новизна работы. Разработаны общие принципы и алгоритмы построения рабочих зон МРНС, позволяющие автоматизировать процесс анализа и представления точностных характеристик МРНС, с учетом геометрии системы и условий эксплуатации. Разработана методика и программное обеспечение оптимизации выбора рациональной пространственной конфигурации системы и выбора количественного состава МРНС различных типов.

Методы исследования. примененные в диссертационной работе

основываются на положениях общей теории систем, теории оптимизации и нелинейного программирования, теории вероятностей и математической статистики, теории моделирования сложных систем.

Основные положения, вносимые на защиту:

1. математические модели рабочих зон МРНС различных типов;
2. методика формирования интегрального геометрического фактора, как комплексной точностной характеристики МРНС, учитывающей распределение точности местоопределения МРНС в пределах рабочей зоны;
3. разработка принципов и методики построения результатов рабочих зон МРНС, с учетом условия их эксплуатации;
4. разработка общих принципов и методики выбора рациональной конфигурации размещения МРНС и ее количественного состава, обеспечивающих заданные характеристики рабочей зоны системы;
5. результаты оптимизации размещения комплексной дальнометро-разностно-дальномерной МРНС в заданном регионе пространства, с учетом характеристик рабочей зоны.

Практическая значимость диссертационной работы состоит в том, что полученные результаты позволяют:

1. анализировать геометрические погрешности местоопределения P_0 при использовании пространственно-разнесенных МРНС;
2. разработать методику и программное обеспечение для оперативного построения рабочих зон МРНС, используемых в зонах аэропортов и на воздушных трассах;
3. решать задачи выбора оптимального варианта размещения отдельных станций и подсистем МРНС, с целью изменения точностных характеристик рабочей зоны;
4. обосновывать количественный состав МРНС, с целью обеспечения требуемых точностных характеристик рабочей зоны МРНС;
5. дать рекомендации по разработке систем оперативного анализа состояния рабочей зоны МРНС, в соответствии с состоянием отдельных функциональных подсистем.

Внедрение результатов работы. Основные результаты работы были использованы при выполнении хоздоговорных научно-исследовательских работ: "Разработка методики и программного обеспе-

чения рационального размещения многопозиционной ФРС", НИР N680-В89, 1989; "Методика и алгоритмы централизованного сбора и обработки информации группы радиопеленгаторов в составе АС УВД", НИР N81К-87Р, 1990; "Разработка методики, алгоритмов и программного обеспечения для построения рабочих зон комплексных РНС", НИР N824-В91, 1991; "Разработка алгоритмического и программного обеспечения по курсам ТОРН и ТОРЛ", НИР N052ГВ92, 1992.

Результаты исследований внедрены в СКБ НПО "Союзинжингеология", при обосновании размещения разменных радионавигационных средств; в научно-исследовательском институте "Квант", при разработке и эксплуатации РТС навигации и посадки; в Украинском Центре автоматизированного управления воздушным движением "Стрела" при развертывании АС УВД "Стрела".

Доклады и публикации. Основные результаты диссертационной работы докладывались автором на 5-и научно-технических конференциях. В том числе на: Всесоюзной научно-технической конференции "Научно-технический прогресс и эксплуатация воздушного транспорта" (г.Москва, 1990 г.); 55-ой Всесоюзной научной сессии, посвященной Дню Радио (г.Москва, 1990г.); I-ой Всесоюзной научно-технической конференции "Проблемы совершенствования радиоэлектронных комплексов и систем обеспечения полетов" (г.Киев, 1989г.); II Международной научно-технической конференции "Проблемы совершенствования радиоэлектронных комплексов и систем обеспечения полетов" (г.Киев, 1992г.); Международной научно-технической конференции "Статистические методы в теории передачи и преобразования информационных сигналов" (г.Киев, 1992 г.).

Основное содержание работы отражено в 10 печатных трудах. Всего по результатам диссертации опубликовано 15 научных работ.

Структура и объем диссертационной работы. Работа состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы и двух приложений. Основная часть работы содержит 147 страниц текста, включает 17 рисунков, 2 таблиц, список использованных источников из 74 наименования. Общий объем работы составляет 176 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе работы, содержатся основные теоретические сведения, позволяющие проанализировать точностные характеристики многопозиционных пространственно-разнесенных РНС. Одной из характерных особенностей МРНС является сильное влияние геометрии системы на параметры результирующей рабочей зоны.

В большинстве случаев геометрическая составляющая погрешности (ГФ) может быть выделена и проанализирована самостоятельно, без влияния инструментальной погрешности системы. Для среднеквадратических погрешностей определения координат ПО эта зависимость может быть выражена через произведение геометрической и инструментальной составляющих погрешностей. Исходя из этого в первом приближении рабочая зона МРНС строится на основании следующего условия:

$$\Gamma(x, y, \bar{x}, \bar{y}) \leq \Gamma_{\max},$$

где x, y - координаты точки в двумерном пространстве;

\bar{x}, \bar{y} - N -мерные векторы координат станций, входящих в многопозиционную РНС;

Γ_{\max} - предельно допустимое значение геометрического фактора.

Задавая различные значения Γ_{\max} можно построить семейство границ рабочих зон, которые будут отображать распределение точностных характеристик МРНС в пространстве.

Для построения реальной рабочей зоны необходимо учитывать следующие основные факторы, действующие в конкретных условиях эксплуатации.

1. Ограниченная дальность действия отдельных станций, либо подсистем МРНС.
2. Наличие углов и областей закрытия, которые возникают в результате существования естественных и искусственных препятствия по пути распространения радиоволн.
3. Влияние наложения прямой волны и переотраженной.
4. Суточные и сезонные условия распространения радиоволн.
5. Надежностные характеристики отдельных подсистем и устройств, вероятности их отказа.

Для получения математической модели рабочей зоны МРНС необходимо решить систему нелинейных уравнений, определяемых ти-

пом МРНС.

$$f_i = F_i(x, y) + \Delta f_i, \quad i = 1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

где f_i - результат i -го измерения навигационного параметра;

$F_i(x, y)$ - функциональная зависимость между навигационным параметром и исходными координатами ПО;

Δf_i - аддитивная ошибка измерения i -го навигационного параметра;

N - количество пространственно-разнесенных станций МРНС.

Решением системы уравнений (1) в общем виде будет:

$$\Gamma_{\max} \geq \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N p_i a_i^2 + \sum_{i=1}^N p_i b_i^2}{\det(P)}}$$

где a, b - частные производные от F_i по искомым параметрам;

p - весовой коэффициент;

P - корреляционная матрица погрешностей.

На основании изложенного в работе были получены математические модели рабочих зон различных МРНС, в частности математическая модель рабочей зоны дальномерно-разностно-дальномерной системы выглядит следующим образом:

$$\Gamma_{\max} \geq \sqrt{\frac{4N \sum_{1 \leq i < j \leq N} \sin^2(\alpha_i - \alpha_j) / 2}{\sum \sin^2(\alpha_i - \alpha_j) \sum \left[\sin(\alpha_i - \alpha_j) + \sin(\alpha_j - \alpha_k) + \sin(\alpha_k - \alpha_i) \right]^2} + \frac{3N}{\sum \sin^2(\alpha_i - \alpha_j)} + \frac{12 \sum \sin^2(\alpha_i - \alpha_j) / 2}{\sum \left[\sin(\alpha_i - \alpha_j) + \sin(\alpha_j - \alpha_k) + \sin(\alpha_k - \alpha_i) \right]^2}}$$

где α_i - азимут i -ой РНС.

Также приведены математические модели рабочих зон для большинства используемых типов МРНС. Приведены примеры семейства рабочих зон для разных МРНС, полученные для заданных вариантов размещения элементов системы. Получены аналитические зависимости для геометрического фактора комбинированных МРНС, объединяющих навигационные системы разных типов. Приведены примеры, получаемых при этом вариантов рабочих зон.

Второй раздел. С задачей построения рабочих зон МРНС тесно связана задача выбора рационального варианта размещения элементов системы с целью обеспечения заданных характеристик

рабочей зоны. Для определения рациональной геометрии системы необходимо решить оптимизационную задачу по выбору количества и местоположения станций системы, удовлетворяющих некоторому критерию эффективности функционирования МРНС. Наиболее часто данный критерий определяется экстремальными значениями точностных характеристик навигационных определений.

Общая задача выбора оптимального варианта размещения системы формулируется следующим образом. Пусть F_a - некоторое множество возможных точек размещения станций МРНС, заданное в декартовой или некоторой другой системе координат, однозначно связанной с декартовой. I - заданный на F_p функционал, определяющий комплексную оценку точностных характеристик МРНС в пределах множества рассматриваемых точек пространства F_p . В общем случае F_a и F_p не связаны, хотя обычно принимается $F_a = F_p$, поскольку при практической реализации МРНС почти всегда область действия системы включает в себя область размещения подсистем МРНС. Необходимо определить некоторую точку Z (N -мерный вектор) из множества F_a , обеспечивающую заданный экстремум функционала I .

Предлагается использовать, в качестве функционала, выражающего точностные характеристики МРНС, интегральную погрешность местоопределения ПО, которая в общем виде выражается как:

$$I(\bar{Z}) = \int_{F_p} Q(\Gamma(x,y)) V(x,y) dx dy, \quad (2)$$

$$\bar{Z} \in F_a, \quad (x,y) \in F_p,$$

где $\Gamma(x,y)$ - функция распределения геометрической погрешности местоопределения, заданная на плоскости в пределах области F_p ;

$Q()$ - функция стратегии повышения точностных характеристик МРНС;

$V(x,y)$ - весовая функция, определяющая характер предпочтительного распределения точностных характеристик МРНС.

Причем функция $\Gamma(x,y)$ и следовательно объем $I(Z)$ трансформированы в сторону наиболее предпочтительных свойств точностных характеристик МРНС функциями $Q()$ и $V()$. Выбор вида функций $Q()$ и $V()$ определяется эксплуатационными требованиями и осуществляется исходя из конкретных условий реализации многопозицион-

ной системы, функционального назначения МРНС и характера решаемых ею задач. Функция стратегии $Q(\cdot)$ определяет подход к обеспечению наилучших точностных характеристик МРНС. Использование в интеграле (2) весовой функции $V(x, y)$ обусловлено тем, что в общем случае в процессе размещения станций МРНС требования к обеспечению заданных точностных характеристик системы в различных точках F_p различны. Весовая функция позволяет учесть заданные требования к предпочтительному характеру распределения точностных характеристик МРНС в области F_p .

Предложена обобщенная методика и алгоритмы выбора рационального размещения станций МРНС и определения количественного состава системы, на основе максимального повышения точностных характеристик навигационной системы.

В третьем разделе диссертационной работы рассматриваются вопросы построения результирующих рабочих зон МРНС, с учетом условий эксплуатации системы. Построение реальных карт рабочих зон возможно только при учете всех ограничений и особенностей, которые накладываются на функционирование МРНС в конкретных условиях эксплуатации. Решение задачи построения реальной рабочей зоны системы состоит из ряда этапов: разработки моделей погрешностей измерения, выбора факторов и соответствующих параметров, по которым учитываются ограничения, разработки алгоритмов и программного обеспечения, выполнения расчетов. По мере совершенствования моделей сигналов и моделей погрешностей измерений, развивается и уточняется методика построения реальных рабочих зон МРНС.

В диссертационной работе рассматриваются отдельные вопросы влияния распространения радиоволн на результирующие точностные характеристики системы и как следствие на размеры и конфигурацию рабочей зоны МРНС. Показываются основные методы учета условия распространения радиоволн на процесс оптимизации размещения подсистем МРНС.

Рассмотрены методы оптимизации размещения станций МРНС по критерию, учитывающему надежность работы отдельных подсистем и размеры результирующих рабочих зон. При оценке надежностных характеристик МРНС как сложных систем в качестве моделей, описывающих процесс смены состояний системы применяются модели в

виде марковских процессов.

Каждое состояние системы МРНС H_i в момент времени t характеризуется вероятностью $p_i(t)$. В процессе решения задачи местоопределения ПО на отрезке времени $[t_0, t]$ каждому состоянию H_i системы в момент времени t можно поставить в соответствие значение некоторой функции $W_i(t)$, характеризующее конфигурацию и размеры рабочей зоны системы в H_i -м состоянии. В качестве функции $W_i(t)$ для оценки точностных свойств МРНС во времени удобно использовать функциональную зависимость между состояниями системы и площадью рабочей зоны МРНС и ее конфигурацией в момент времени t , соответствующую состоянию H_i системы. Тогда функция эффективности системы будет отражать состояние рабочей зоны в зависимости от состояния системы. В этом случае критерием эффективности системы, в соответствии с формулой полной вероятности можно принять функцию $W(t)$.

$$W(t) = \sum_{i=1}^L p_i(t) S_i(t),$$

где S_i - площадь рабочей зоны системы в i -ом состоянии;
 p - вероятность нахождения системы в i -ом состоянии;
 L - число работоспособных состояний системы.

Описанный условный критерий необходимо использовать для оптимизации размещения МРНС с точки зрения обеспечения максимальной надежности получения навигационной информации с заданной степенью точности местоопределения.

Предложено алгоритмическое и программное обеспечение построения результирующих рабочих зон в реальном масштабе времени, с учетом изменения условия эксплуатации системы.

Четвертый раздел работы содержит конкретные результаты использования рабочих зон МРНС в качестве основных точностных характеристик и показателей оптимальности того или иного варианта размещения системы. Приводится методика и результаты размещения станций дальномерно-разностно-дальномерной системы "Пеленг".

В процессе размещения многопозиционной радиогеодезической дальномерно-разностно-дальномерной системы (МРГС) были решены две задачи. Во-первых, путем выбора рационального варианта

размещения станций системы, выбрана пространственная конфигурация МРГС, обеспечивающая максимально возможную точность местопределения ПО во всех точках заданного региона пространства. При этом площадь рабочей зоны увеличилась в среднем на 20..45 процентов. Во-вторых, определено минимально необходимое количество станций для обеспечения заданного уровня точности навигации. Размещение станций МРГС производилось для трех географических регионов: Баренцево море, Каспийское море и Черное море.

На основе материала, изложенного в диссертационной работе, на кафедре АРЭС КИИГА были разработаны лабораторные работы по курсу "Теоретические основы радионавигации". Лабораторные работы позволяют в интерактивном режиме строить рабочие зоны МРНС различных типов и производить размещение радионавигационных станций с отображением результирующих рабочих зон.

Приложения содержат иллюстративный материал, поясняющий алгоритмы оптимизации размещения подсистем МРНС. Приводятся результаты проведения оптимизационных процедур по размещению станций системы "Пеленг" в заданных регионах пространства. Представлены алгоритмы и программы моделирования точностных характеристик многопозиционных систем, построения результирующих рабочих зон и оптимизации размещения системы.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Сформулированы основные задачи по размещению и выбору пространственно-разнесенных РНС при их объединении в многопозиционные и комплексные системы навигации. Разработаны общие принципы и методика построения рабочих зон МРНС с учетом условий их эксплуатации. Данная методика позволяет автоматизировать процесс построения и представления рабочих зон МРНС на основе использования вычислительной техники.

2. Проведен анализ различных точностных характеристик пространственно-разнесенных МРНС, позволяющих оценить размеры и конфигурацию рабочей зоны системы. Наиболее предпочтительной точностной характеристикой МРНС с точки зрения организации вычислительного процесса автоматического построения рабочих зон МРНС, является геометрический фактор МРНС, отражающий

пространственную конфигурацию и структурные особенности системы.

3. Приведены аналитические зависимости точностных характеристик большинства типовых МРНС. Приведены примеры построения семейства рабочих зон для различных МРНС, с учетом конкретной пространственной конфигурации системы. Получены аналитические зависимости для точностных характеристик комбинированных МРНС, объединяющих радионавигационные системы разных типов. Приведены примеры, получаемых при этом вариантов рабочих зон.

4. Введено понятие интегрального геометрического фактора. Предложено использование интегрального геометрического фактора в виде критерия выбора рационального варианта размещения станций МРНС. Данный критерий учитывает точностные и другие эксплуатационные характеристики разрабатываемой системы.

5. Предложена методика рационального размещения станций МРНС, с целью обеспечения заданных характеристик рабочей зоны.

6. Показаны основные этапы учета реальных условий эксплуатации МРНС в процессе построения рабочих зон системы. Приведены аналитические зависимости влияния условий эксплуатации на погрешности местоопределения ПО с использованием МРНС.

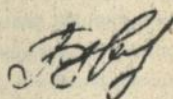
7. Рассмотрено влияние надежности работы МРНС и ее отдельных подсистем на конфигурацию и размеры рабочей зоны. Предложено использование марковских процессов для оптимизации системы с точки зрения повышения надежности и увеличения размеров рабочей зоны.

8. Получены практические результаты оптимизация расположения станций многопозиционной дальномерно-равностно-дальномерной РНС, которые позволяют оптимизировать точностные характеристики системы в пределах заданных регионов, обслуживаемого пространства. Также произведен выбор рационального количественного состава системы. Показана целесообразность и проведены рекомендации по комплексированию избыточной информации пространственно-разнесенных РНС с целью повышения точности контроля процессов навигации ПО.

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Веляевский Л.С., Ткаченко В.П., Буров В.А. Методика оценки точностных характеристик МРНС// Проблемы совершенствования радиоэлектронных комплексов и систем обеспечения полетов: Межвуз. сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1990.
2. Веляевский Л.С., Ткаченко В.П., Сидоренко А.В., Буров В.А. Методика статистической обработки результатов летных испытаний РНС на основе бутстреп-процедур// Повышение эффективности радиоэлектронных систем и комплексов обеспечения полетов: Межвуз. сб. научн. тр. - Киев: КИИГА, 1991.
3. Веляевский Л.С., Буров В.А., и др. Оптимизация размещения многопозиционной фазовой радионавигационной системы.// Проблемы совершенствования радиоэлектронных комплексов и систем обеспечения полетов: Тез. докл. всесоюзной научн.-техн. конф. - Киев: КИИГА, 1989.
4. Буров В.А., Веляевский Л.С., Ткаченко В.П. Методика выбора рационального состава многопозиционных РНС.: Тез. докл. Всесоюзной научной сессии НТО РЭС им. Попова А.С. - М.: Радио и связь, 1990.
5. Буров В.А., Веляевский Л.С., Ткаченко В.П. Пакет прикладных программ "Пеленг" для построения оптимальной конфигурации многопозиционной РНС.// Научно-технический прогресс и эксплуатация воздушного транспорта: Тез. докл. научн.-техн. конф. - М.: МИИГА, 1990.
6. Буров В.А. Методика построения рабочих зон многопозиционных РНС.// Проблемы совершенствования радиоэлектронных комплексов и систем обеспечения полетов: Тез. докл. II-ой Международной научн.-техн. конф. - Киев.: КИИГА, 1992.
7. Буров В.А. Статистические оценки точности местоположения объектов при построении рабочих зон.// Статистические методы в теории передачи и преобразования информационных сигналов: Тез. докл. Международной научн.-техн. конф. - Киев.: КИИГА, 1992.
8. Разработка методики и программного обеспечения рационального размещения многопозиционной ФРНС: Отчет о НИР/ КИИГА, Руководитель Л.С. Веляевский - №680-В89; Н.Г.Р. 01890 053029. - Киев, 1989. - 76с. - Соисполнители: В.П. Ткаченко, В.А. Буров, А.С. Дьгода, И.П. Чуткий.

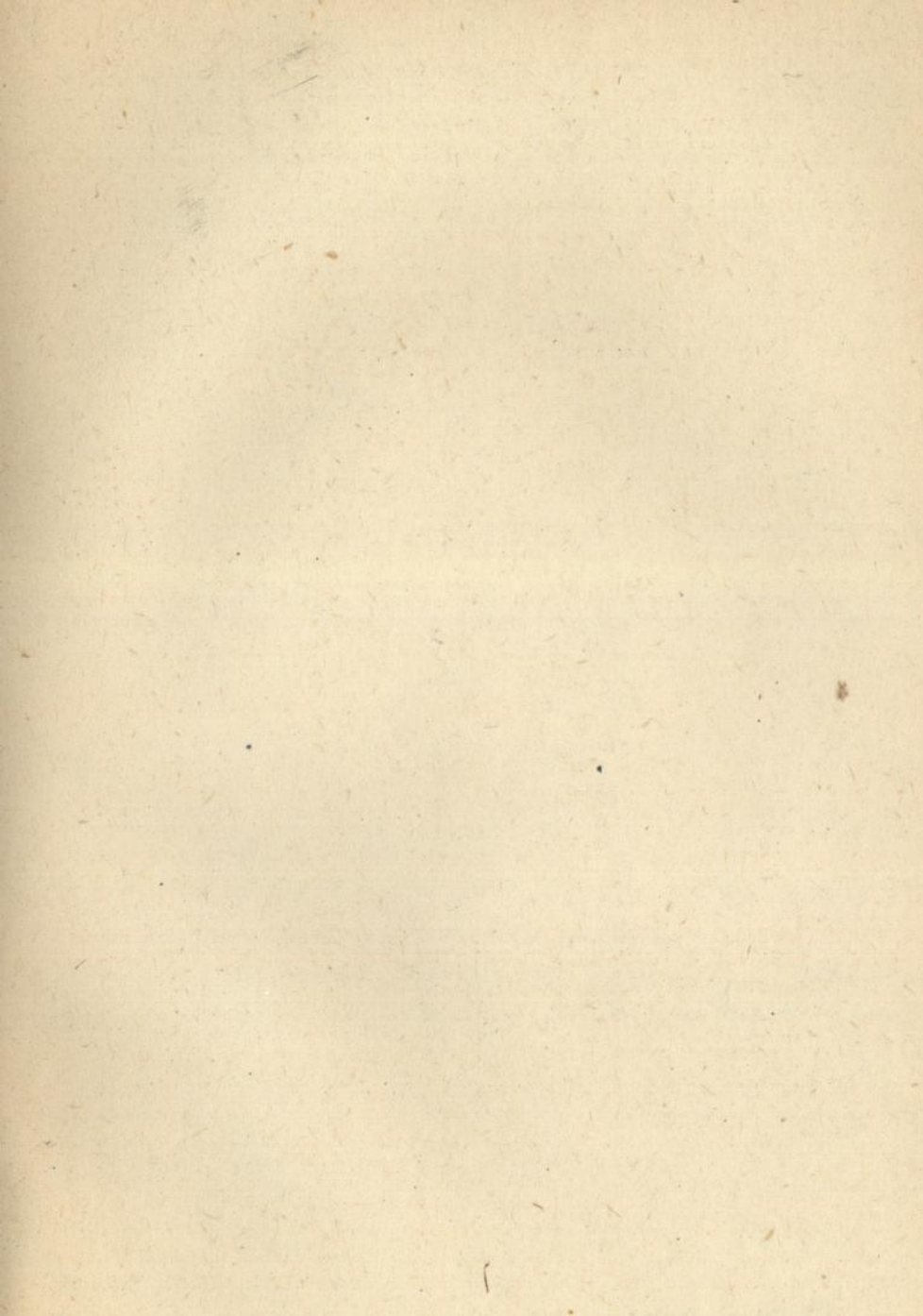
9. Разработка методики, алгоритмов и программного обеспечения для построения рабочих зон комплексных РНС: Отчет о НИР/КИИГА, Руководитель Л.С.Веляевский - №824-В91; Н.Г.Р.01910 054112. - Киев, 1992. - 49с. - Ответственный исполнитель В.А.Вуров.
10. Методика и алгоритмы централизованного сбора и обработки информации группы радиополенгаторов в составе АС УВД: Отчет о НИР/КИИГА, Руководитель Л.С.Веляевский - №81К-87Р; Н.Г.Р.01890 008018. - Киев, 1991. - 67с. - Соисполнители: В.П.Ткаченко, А.И.Кравец, Н.А.Шутко, Г.Н.Лаварев, П.И.Курочкин, В.А.Вуров, А.С.Дегода, В.И.Ковтун.

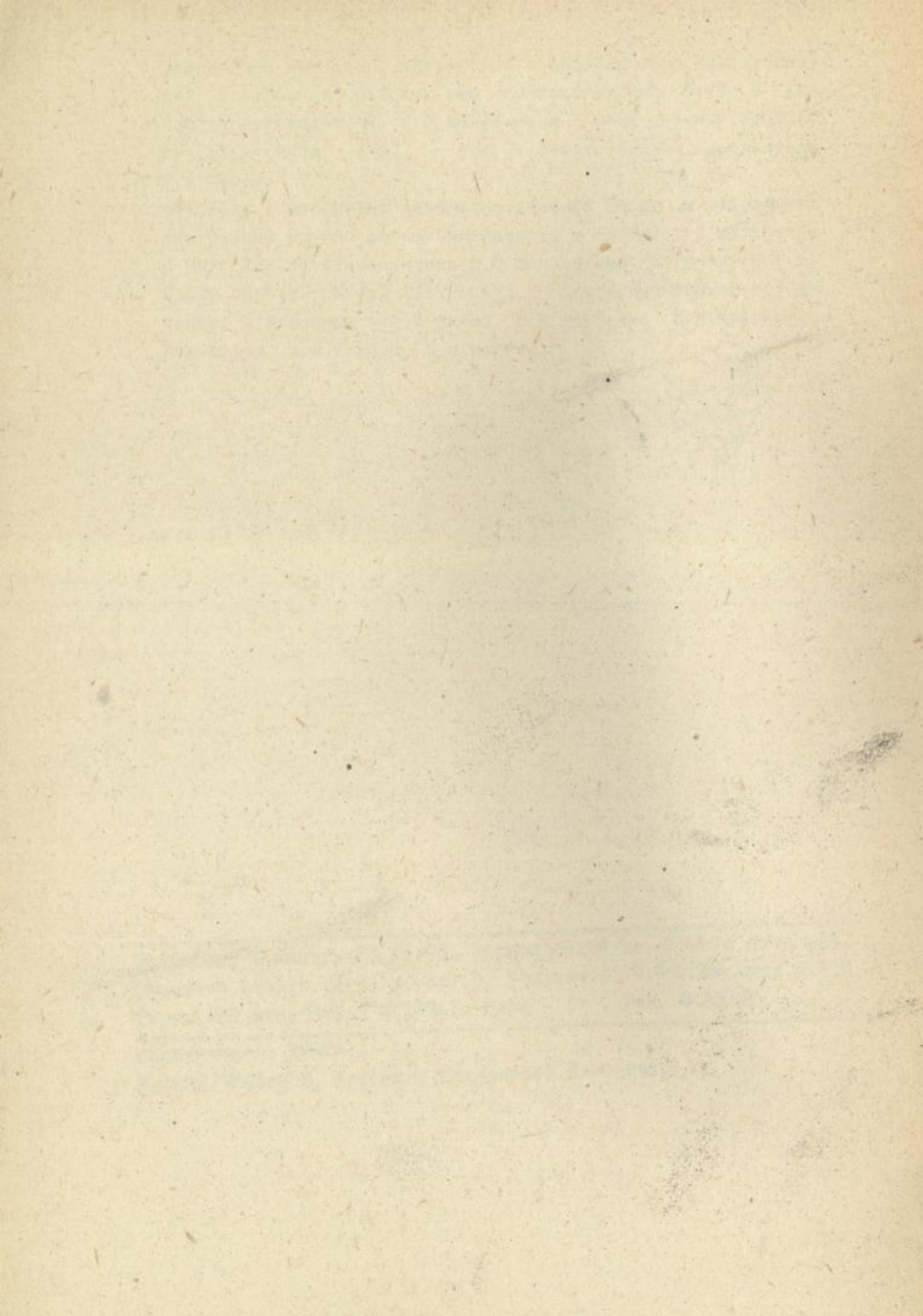


Подписано в печать 23.11.93. Формат 60x84/16. Бумага типограф.
Обсетная печать. Усл.кр.-отт.5. Усл.печ.л. 0,93. Ул.-изд.л.1,0.
Тираж 100 экз. Заказ № 243-1. Цена . Изд. № 233/Л.

Издательство КИИГА.

252058. Киев-68, проспект Космонавта Комарова,1.





122058

AB 28.677

AB 28.677