

# Раздел 4 АВТОМАТИЗАЦИЯ, АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ, УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 621.396.96

DOI: 10.34046/aumsuomt93/24

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН ДЕЙСТВИЯ ПОКРЫТИЯ УКВ РАДИОСВЯЗЬЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

*И.И. Бузенков, кандидат технических наук, доцент,  
Ю.В. Редькин, кандидат технических наук, доцент  
А.А. Тюфанова, кандидат технических наук, доцент*

В статье рассмотрена методика расчета зон покрытия УКВ радиосвязью системы управления движением судов Керченского пролива. Произведен расчет, компьютерное моделирование распространения радиоволн и зон уверенного приема на фарватере Керченского пролива и на подходах к нему. Рассчитаны зоны перекрытия радиосвязью соседними постами фарватера и близ лежащих зон.

**Ключевые слова:** система управления движением судов, УКВ радиосвязь, региональная информационная система наблюдения, моделирование УКВ радиосвязи, зона уверенного приема.

The article discusses the methodology for calculating VHF coverage areas by radio communications of the Kerch Strait Vessel traffic service. The calculation, computer simulation of the propagation of radio waves and areas of reliable reception on the fairway of the Kerch Strait and on the approaches to it. Zones of radio coverage were calculated by neighboring fairway posts and near lying zones.

**Key words:** vessels traffic service, VHF radio communication, regional information monitoring system, VHF radio modeling, coverage area.

Система управления движением судов (СУДС) работает согласно резолюции ИМО А.857(20) над повышением уровня безопасности мореплавания путем сбора, обработки информации и выдачи ее на суда, оказание помощи в судовой аварии и организации движения объектов по акватории [1].

Для организации повседневной деятельности, эксплуатации технических средств, а также для размещения оборудования и персонала, в составе СУДС созданы Центр (ЦСУДС) и Радиотехнические посты (РТП). РТП обеспечивают ЦСУДС информацией о навигационной обстановке в районе действия СУДС и, в свою очередь, подразделяются на: обслуживаемые персоналом и дистанционно управляемые (радио- теле- передающие станции (РТПС)) [2].

В состав СУДС Керченского пролива входят ЦСУДС, расположенный в порту Кавказ, и восемь удаленных, управляемых дистанционно, РТП: «Гузла», «Лада-Геленджик-Транс», «Ахиллеон», «Тамань», «Зеленского», «Темрюк»,

«Маяк Темрюкский» и «Фонталовская». Функционально структура СУДС подразделяется на подсистемы: сбора информации, дистанционного управления и передачи информации, обработки и отображения информации, связи (рис. 1) [3].

СУДС Керченского пролива оборудована радиолокационными станциями (РЛС), автоматической идентификационной системой (АИС), УКВ-приемопередатчиками и системой теле- видео наблюдения (ТВН) для визуального контроля за акваторией. Информация от РТП поступает в ЦСУДС, где происходит обработка данных, их синхронная регистрация и отображение на экранах операторов. Данные по сопровождаемым АИС судам из ЦСУДС передаются в Региональную информационную систему наблюдения за судоходством («РИСС-Юг»), которая осуществляет централизованный сбор, обработку и визуализацию данных в режиме реального времени на корпоративном интернет-ресурсе по Азово-Черноморскому и Каспийскому бассейнам



Рисунок 1 – Функциональная схема СУДС

Информация о движении судов в ЦСУДС поступает от:

- автоматизированных береговых радиолокационных станций (БРЛС) или с помощью «цепочек» БРЛС;
- патрульных кораблей, судов, самолетов, радиодонесений с судов;
- других технических средств, включая автоматические системы на базе «INMARSAT-C» и «GPS».

Подсистема связи СУДС является многопрофильной и состоит из: системы маршрутных донесений; прием распоряжений (рекомендаций) операторов СУДС; ответы на запросы операторов СУДС; радиопереговоры с оператором СУДС; двусторонние переговоры с другим судном; прослушивание переговоров третьих судов

Связь СУДС с судами осуществляется в масштабе реального времени, включая: управление судном в стесненных условиях плавания; решение нескольких взаимосвязанных задач одновременно (навигация, управление судном, предупреждение столкновений, наблюдение, связь); скоротечность ситуаций, малый запас времени и пространства для обдумывания ситуаций и/или корректировки неудачного маневра.

В процессе проведения переговоров возможны языковые проблемы, поскольку они ведутся на английском языке, который может быть «адаптированным», «сленговым» (со значительным количеством вариантов и диалектов) или искаженным до неузнаваемости. Кроме того, каналы связи могут быть перегружены переговорами, фоном, посторонними помехами. Помимо этого, переговоры могут вестись в высоком темпе, не оставляющем времени на обдумывание фраз.

Моделирование зон покрытия УКВ радиосвязью СУДС Керченского пролива является актуальной, поскольку, по результатам связи принимаются решения по управлению судном.

**Объекты моделирования СУДС Керченского пролива.** Целью моделирования является оценка функциональных возможностей технических средств УКВ радиосвязи СУДС Керченского пролива, состоящей из СУДС порта Темрюк, СУДС порта Тамань и СУДС порта Кавказ, на соответствие технико-эксплуатационным требованиям [2].

СУДС порта Темрюк расположена в южной части Темрюкского залива, у левого берега реки Кубань. Навигация в порту Темрюк осуществляется круглогодично. Порт работает круглосуточно и имеет грузопассажирский постоянный многосторонний пункт пропуска через государственную границу РФ. Состав СУДС порта Темрюк: автоматизированный радиотехнический пост (АРТП) «Темрюк»; АРТП «маяк Темрюкский». Координаты расположения АРТП приведены в табл. 1. Состав основного оборудования на АРТП приведен в табл. 2.

СУДС порт Кавказ расположена в Северо-восточной части Керченского пролива на Таманском полуострове, в южной оконечности косы Чушка на ее западном побережье. Навигация в порту осуществляется круглогодично. Порт работает круглосуточно, имеет грузовой постоянный многосторонний пункт пропуска через государственную границу РФ. Состав СУДС порта Кавказ: Центр СУДС; АРТП «Ахиллеон»; АРТП «Тузла»; АРТП «Лада-Геленджик». Координаты расположения АРТП порта Кавказ приведены в табл. 3. Состав основного оборудования АРТП порта Кавказ приведен в табл. 4.

Таблица 1. – Координаты расположения АРТП порта Темрюк

Наименование объекта	Широта	Долгота	Высота антенны БРЛС над уровнем моря, м
АРТП «Темрюк»	45° 18'39" N	37° 22'52" E	34
АРТП «маяк Темрюкский»	45° 19'49" N	37° 13'58" E	82

Таблица 2 – Состав основного оборудования на АРТП порта Темрюк

Наименование объекта	БРЛС	УКВ	АИС	ТВН (система теле-видео-наблюдения)
АРТП «Темрюк»	NE/TR-1804XL МК2 с 18" антенной	RT-4800 С	-	Транзас
АРТП «маяк Темрюкский»	NE/TR-1804XL МК2 с 18" антенной	RT-4800 С	АИС Т214	-

Таблица 3 – Координаты расположения АРТП порта Кавказ

Наименование объекта	Широта	Долгота	Высота антенны БРЛС над уровнем моря, м
Центр РСУДС	45° 20'18" N	36° 40'27 E	30
АРТП «Ахиллеон»	45° 26'24" N	37° 47'14" E	70
АРТП «Тузла»	45° 11'44" N	36° 36'02" E	34
АРТП «Лада-Геленджик»	45° 20'33" N	36° 40'26" E	31

Таблица 4 – Состав основного оборудования АРТП порта Кавказ

Наименование объекта	БРЛС	УКВ	АИС	ТВН
Центр РСУДС	NE/TR-1804XL МК2 с 18" антенной	-	-	Транзас
АРТП «Ахиллеон»	NE/TR-1804XL МК2 с 18" антенной	RT-4800 С	АИС Т214	-
АРТП «Тузла»	NE/TR-1804XL МК2 с 18" антенной	RT-4800 С	-	-
АРТП «Лада-Геленджик»	Балтика	RT-4800 С	-	-

СУДС порта Тамань расположена на Черноморском побережье Таманского полуострова, между мысами Железный Рог и Панагия. Состав СУДС порта Тамань: АРТП «Тамань»; АРТП «Зеленского». Координаты расположения АРТП

порта Тамань приведены в табл. 5. Состав основного оборудования АРТП приведен в табл. 6.

Интегрированная зона действия СУДС портов Темрюк, Кавказ, Тамань представлена на рис. 2.

Таблица 5 – Координаты расположения АРТП порта Тамань

Наименование объекта	Широта	Долгота	Высота антенны БРЛС над уровнем моря, м
АРТП «Тамань»	45° 08'02" N	36° 40'25" E	44
АРТП «Зеленского»	45° 08'19" N	36° 41'38" E	161.5

Таблица 6 – Состав основного оборудования АРТП порта Тамань

Наименование объекта	БРЛС	УКВ	АИС	ТВН
АРТП «Тамань»	Атлантика	-	-	МКиС+
АРТП «Зеленского»	Terma Scanter с 18" антенной	ТАИТ ТВ 7100	Тритон	-

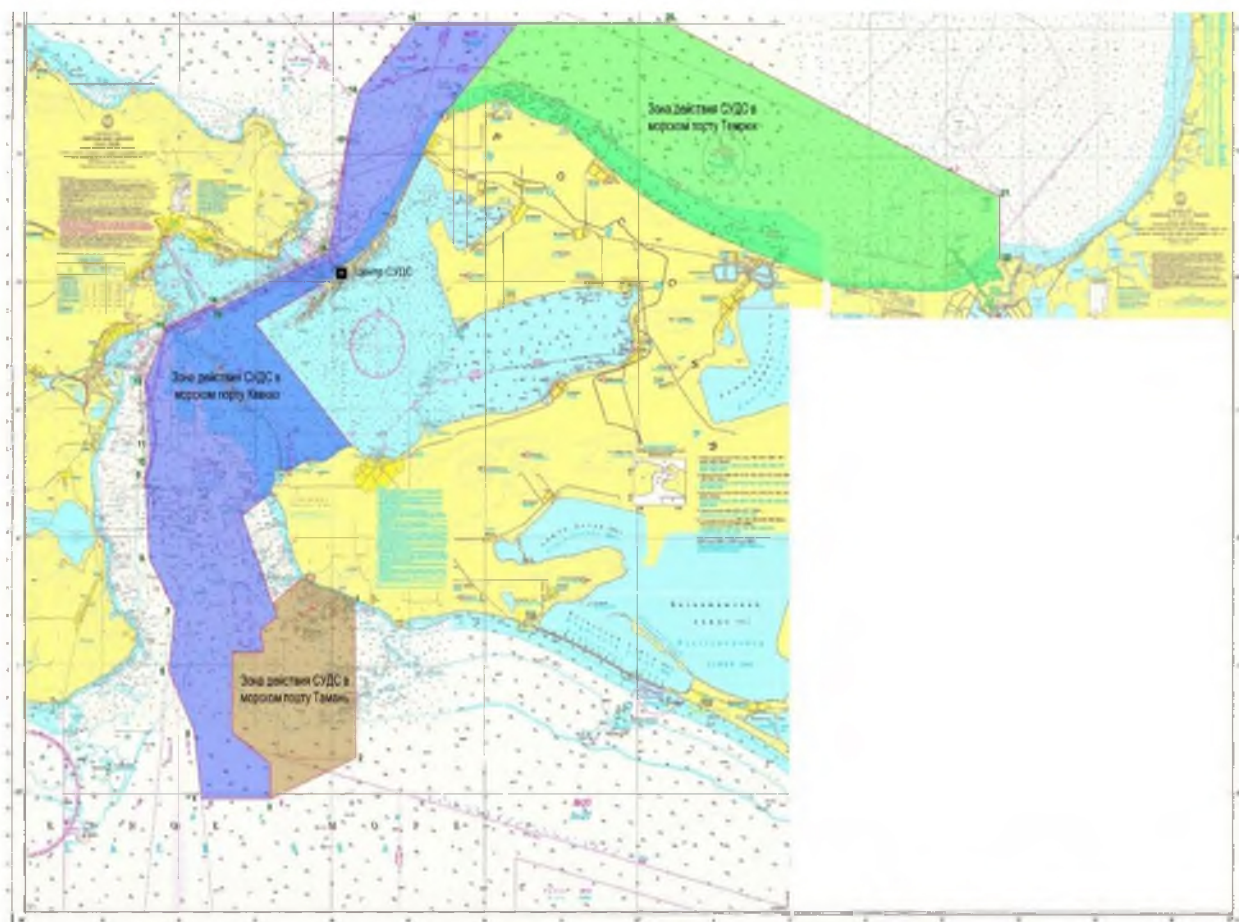


Рисунок 2 – Интегрированная зона действия СУДС портов Темрюк, Кавказ, Тамань

Расчетные дальности действия радиотехнических средств СУДС Керченского пролива для судна с учетом затухания электромагнитных волн в атмосфере при ясной погоде и высотой установки судовых антенн УКВ связи и АИС  $H = 5$  м приведены в табл. 7 [3].

Таблица 7 – Расчетные дальности действия РТП РСУДС

РТП	$R_{УКВ}$ , м.м.	$R_{АИС}$ , м.м.
<b>СУДС Темрюк</b>		
АРТП «Темрюк»	17	-
АРТП «маяк Темрюкский»	15	17
<b>СУДС Кавказ</b>		
Центр РСУДС	15	17
АРТП «Ахиллеон»	15	17
АРТП «Гузла»	15	15
АРТП «Лада-Геленджик»	15	-
<b>СУДС Тамань</b>		
АРТП «Тамань»	-	-
АРТП «Зеленского»	21	23

**Оборудование УКВ радиосвязи РТП СУДС Керченского пролива.**

Технические характеристики радиостанции ТА1Т ТВ7100:

Frequency range Frequency Band VHF 66-88MHz (A4), 25W 136-174MHz (B1), 25W & 50W 216-266MHz (D1) 25W UHF 400-470MHz (H5), 25W & 40W

450-530MHz (H6), 25W

450-520MHz (H7), 40W

Frequency stability  $\pm 1.5$ ppm

Channels/network capacity 100

Channel spacing 12.5/20/25kHz

Channel increment 7.5/12.5/15/20/25/30kHz

Dimensions (WxDxH) 19 x 15.7 x 1.8in (483 x 400 x 43.5mm) 1U Rack Space

Weight 13.2lb (6kg)

Operational temperature

25W -22°F to 140°F (-30°C to 60°C)

40/50W -22°F to 122°F (-30° to 50° C)

System Types Full Duplex Voice TTR & LCR

1200 FFSK, 12K NB, 19K2 WB, THSD

Data Types FFSK, Tait High Speed Data

Operational Data Modes Transparent mode

DC Current 25W TB7100 40W TB7100

3.1A (5W) 4.9A (15W)

6.3A (25W) 8.2A (40W)

540mA - RECEIVE 540mA

280mA - STANDBY 280mA

140mA - Economy

Audio Input Types Input Output  
 600? Balanced 600? Balanced  
 Unbalanced Unbalanced  
 Microphone Monitor Speaker  
 Audio Interface Level Balanced -20 to +6dBm  
 Balanced -20 to +3dBm  
 (for nominal 60% deviation) Unbalanced 220?V-  
 3Vpp Unbalanced 220?V-3Vpp  
 Audio Response Bandwidth 300Hz ? 3kHz  
 Audio Response Flat or de-emphasized  
 Audio Distortion < 3% at 1kHz 60% deviation  
**TRANSMITTER**  
 Output power  
 25W 25W, 12W, 5W, 1W  
 40W 40W, 20W, 15W, 10W  
 50W VHF 50W, 25W, 15W, 10W  
 Modulation Limiting  
 12.5kHz ±2.5kHz  
 20kHz ±4kHz  
 25kHz ±5kHz  
 FM Hum and Noise (300Hz to 3kHz  
 [ANSI/TIA])  
 12.5kHz -35dBm  
 20kHz -39dBm  
 25kHz -41dBm  
 Conducted/Radiated Spurious Emissions  
 -36dBm < 1GHz  
 -30dBm > 1GHz  
 Transmit Key Up Time (25W to 90% full power)  
 =< 8ms  
**RECEIVER** Sensitivity (12.5kHz and 20kHz)  
 0.35?V(-116dBm) for 12dB SINAD Selectivity  
 (VHF/UHF) 12.5kHz 68dB/68dB 20kHz  
 75dB/73dB 25kHz 80dB/75dB Spurious Re-  
 sponse Attenuation =>73dB FM Hum and Noise  
 12.5kHz 36dB 20kHz 38dB 25kHz 40dB  
 Технические характеристики  
 SAILOR A1 VHF-4800 C:

**General Information**  
 Normal channels All int. ch's for 25 kHz opera-  
 tion.  
 Up to 40 private channels.  
 Opt. channels All int. ch's for 12.5 kHz operation.  
 Up to 224 ch's with up to 54 private ch's.  
 Channel spacing 25 kHz / opt. 12.5 kHz  
 Frequency range 150.8 MHz - 163.6 MHz.  
 Operating modes Simplex/Semi-duplex.  
 Modulation G3EJN for telephony receiver  
 G2B for DSC signaling  
 Frequency stability ±10 ppm/ opt. ± 5ppm  
 Aerial connectors Standard 50 ohm female,  
 SO239  
 Temperature range -15°C to +55°C  
 Supply voltage 13.2 VDC Nominal  
 Supply range 10.8 VDC to 15.6 VDC

Supply current Stand-by 0.14 A  
 Transmitter on 1.5 A (Low power)  
 Transmitter on 5 A (High power)  
 Transceiver dimen. H\*W\*D 55\*202\*136mm.  
 Transceiver weight 1.3 kg  
**Receiver**  
 Sensitivity for:  
 12 dB SINAD -119 dBm or 0.25µV p.d.  
 AF rated power  
 Output 1 4 W/ 4 ohms  
 Output 2 6 W/ 4 ohms  
 Distortion THD Below 5%  
 Signal/noise ratio Better than 40dB  
 AF response - 6dB/octave  
 Spurious emission Below 2nW  
 Spurious resp. att. More than 70dB  
 Intermodulation att. More than 68dB  
 Blocking More than 90dBµV  
 Co-channel rejection Better than -10 dB  
 Adj. ch. selectivity More than 70dB  
**Transmitter**  
 RF output power High 25 W + 0 dB to -0.5 dB  
 Low 0.9 W +0.5 dB to -1 dB  
 Adj. ch. power Below -70dBc  
 Spurious radiation Below 0.25µW  
 Cabinet radiation Below 0.25µW  
 AF response + 6dB/octave  
 Distortion Below 5%  
 Signal/noise ratio Better than 40dB

**Моделирование зон покрытия УКВ ра-  
 диосвязью СУДС порта Темрюк.** Моделирова-  
 ние зоны покрытия УКВ радиосвязи Керченского  
 пролива проведем с помощью ГОСТ 55897-2013  
 «Сети подвижной радиосвязи. Зоны обслужива-  
 ния. Методы расчета» и программы RadioPlanner  
 2.1, которая предназначена для частотно-террито-  
 риального планирования, расчета и оптимизации  
 зон радиопокрытия УКВ радиосвязи [4, 5].  
 RadioPlanner осуществляет расчет зон радиопо-  
 крытия с применением различных моделей рас-  
 пространения радиоволн:

1. Модель по рекомендации МСЭ-R  
 P.1812-4 (07/2015) «Метод прогнозирования рас-  
 пространения сигнала на конкретной трассе для  
 наземных служб "из пункта в зону" в диапазонах  
 УВЧ и ОВЧ» (для подвижной связи, радио и теле-  
 визионного вещания);

2. Модель по рекомендации МСЭ-R  
 P.1546-6 (08/2019) «Метод прогнозирования для  
 трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб  
 в диапазоне частот от 30 МГц до 4000 МГц» (для  
 радио и телевизионного вещания);

3. Модель Лонгли-Райса или ITM (Irregular  
 Terrain Model) – для радио и телевизионного ве-  
 щания;

4. Модель на основе кривых распространения FCC (Federal Communications Commission – Федеральная комиссия по связи США) – для радио и телевизионного вещания;

5. Комбинированная модель, учитывающей рекомендацию МСЭ-R P.528-3 (02/2012) «Кривые распространения радиоволн для воздуш-

ной подвижной и радионавигационной служб, работающих в диапазоне УКВ, УВЧ и СВЧ» и рекомендацию МСЭ-R P.526-14 (01/2018) «Распространение радиоволн за счет дифракции» (для систем авиационной радиосвязи и радионавигации (A3N-B, VOR, DME и проч.).

Алгоритм моделирования представлен на рис. 3.

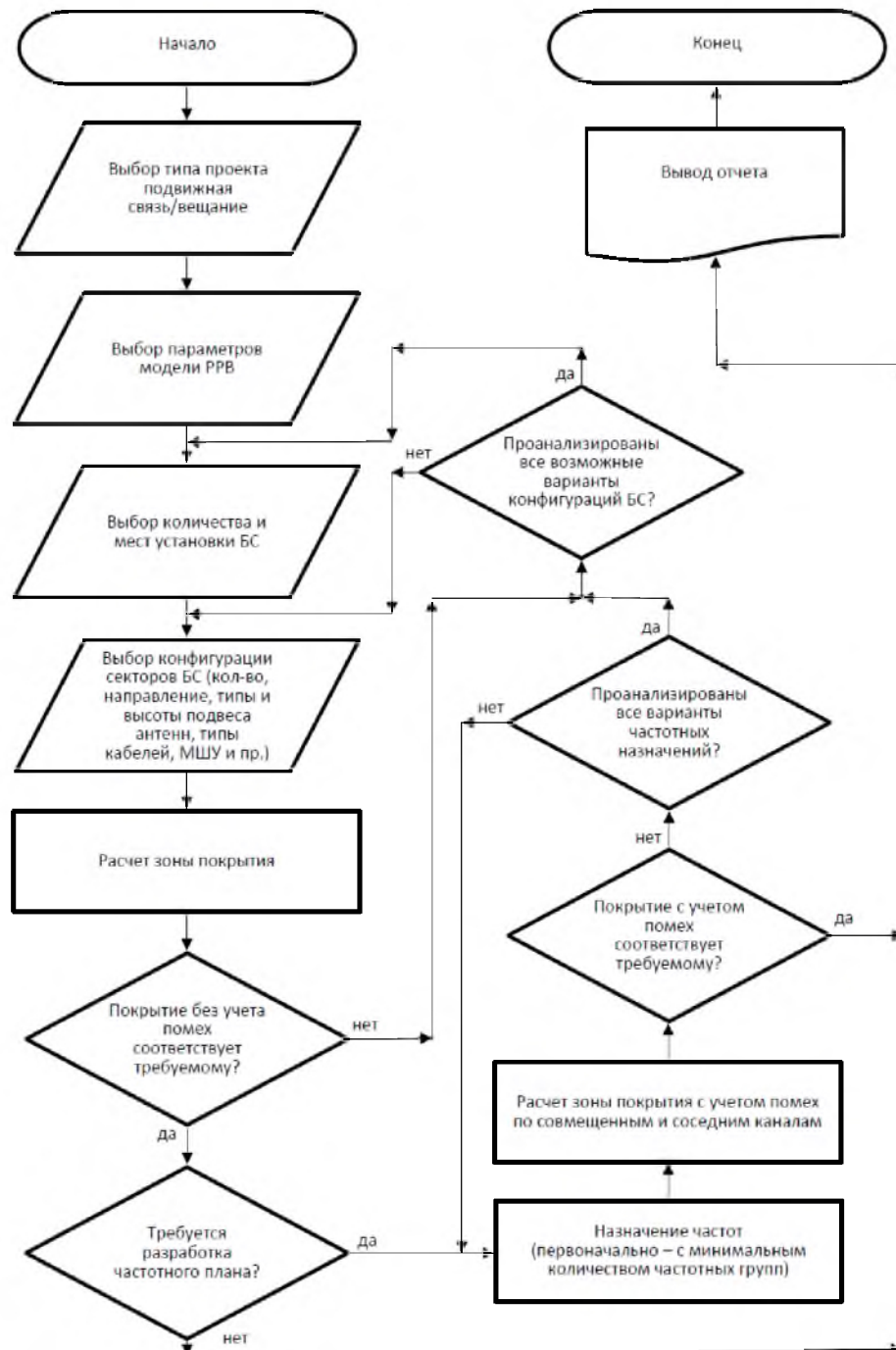


Рисунок 3 – Общая блок-схема алгоритма моделирования

Каждый приемник УКВ имеет ограниченную зону уверенного приема, которая приближенно представляется в форме сферы, что приво-

дит к необходимости планирования расположения УКВ станций таким образом, чтобы зоны уверенного приема перекрывались. Если станции

расположены на расстоянии неуверенного приема, то небольшие изменения окружающей обстановки могут привести к потере сообщений или снижению скорости передачи.

Ограниченность радиуса действия передатчиков приводит к возникновению сетей ячеистых структур, в которых информация передается не через общий канал связи, а от узла к узлу, используя ретрансляторы и маршрутизаторы.

Поскольку электромагнитная волна передающей станции на пути следования испытывает интерференцию, дифракцию, отражение, преломление и рассеяние, то в точке приема она является суперпозицией множества волн, имеющих разные фазы и направления волнового вектора. Плотность мощности радиоволны уменьшается по мере удаления от антенны вследствие расхождения пучка, рассеяния и поглощения волн препятствиями на пути их распространения. Плотность мощности  $P(d)$  волны на расстоянии  $d$  от источника приближенно описывается зависимостью

$$P(d) \approx P_t \left( \frac{d_0}{d} \right)^\gamma, \quad (1)$$

где  $d_0$  – константа, определяемая экспериментально; параметр  $\gamma \approx 2...6$  зависит от конструкции антенны, диапазона частот, наличия препятствий на пути распространения электромагнитной волны;  $P_t$  – плотность мощности на расстоянии  $d_0$  от источника. Формула (1) справедлива при  $d > d_0$ .

Наложение волн приводит к интерференции, которая может быть конструктивной (когда сигнал в точке приема усиливается) или деструктивной (если сигнал ослабляется – эффект «замирания»). Деструктивная интерференция приводит к следующим последствиям:

- сигнал в точке приема может оказаться ниже порога чувствительности приемника и привести к потере связи;

- при подвижном источнике или приемнике в точке приема могут быть многократные смены сильного и слабого сигнала, что приводит к потере нескольких бит информации или уменьшению скорости передачи за счет повторных передач кадров с ошибкой;

- если разность времени задержки волн, прошедших разными путями, превысит длительность символа, то соседние символы в сообщении накладываются друг на друга, вызывая эффект межсимвольной интерференции.

Кроме того, паразитное взаимовлияние соседних каналов, эффект Доплера, помехи от рабо-

тающих двигателей, разряды статического электричества являются причинами потери пакета, повторной передачи и непредвиденной задержки в канале передаваемого сигнала.

Интенсивность потока ошибок зависит от мощности источников помех, типа модуляции и мощности передатчика, от частотного диапазона и изменяется с течением времени.

Т.о., основное требование к подсистеме связи СУДС – обеспечение устойчивой УКВ радиосвязи с судами, находящимися в зоне действия СУДС и на подходах к ней.

Для моделирования введем характеристики абонентских станций с помощью меню «Абонентские станции» (рис. 4) и зададим характеристики радиооборудования базовых станций в меню «Сеть мобильной связи» (рис. 5).

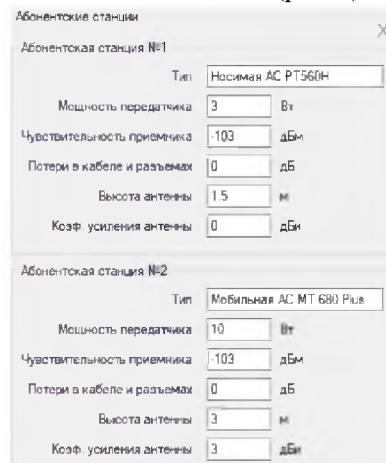


Рисунок 4 – Форма «Абонентские станции»

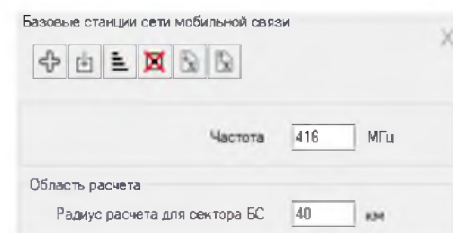


Рисунок 5 – Форма «Базовые станции»

При создании базовой станции автоматически создадим один сектор базовой станции. В панели интерфейса Tree View рядом с каждой базовой станцией и сектором есть значок активности. Чтобы для сектора производились вычисления, данный сектор должен быть отмечен как активный (точка в центре значка). При клике мышью на секторе базовой станции откроется панель с параметрами данного сектора (рис. 6).

Проведем расчет зоны покрытия УКВ радиосвязи Керченского пролива с учетом баланса мощности (Areas with Signal Levels above Both the Base a Mobile Threshold).

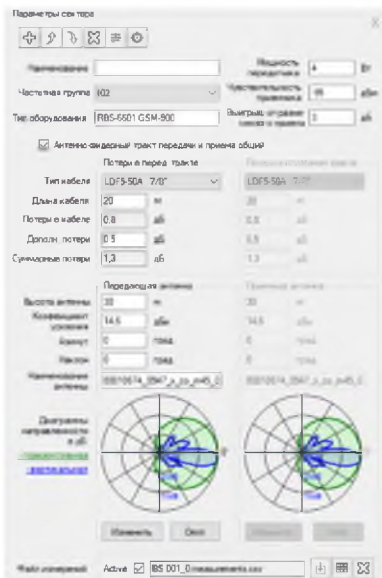


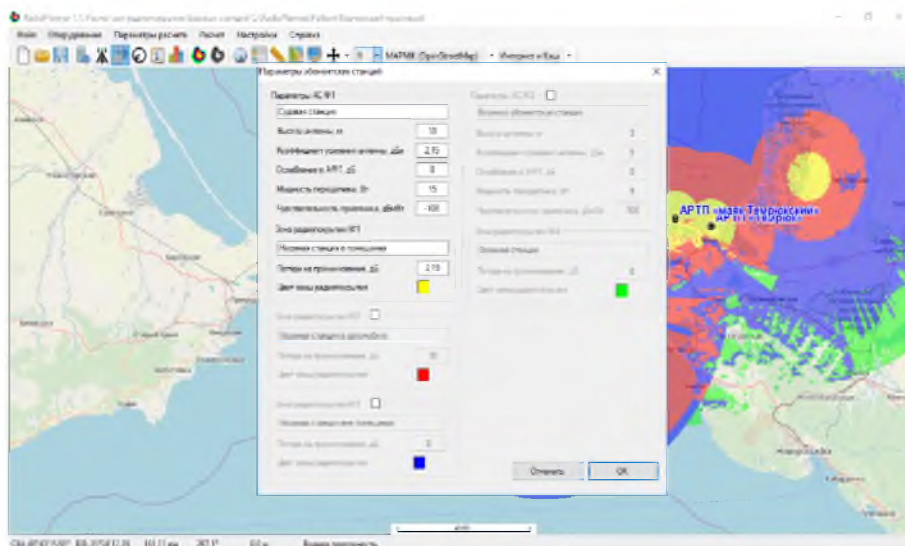
Рисунок 6 – Форма «Параметры сектора»

При выполнении данного расчета программа RadioPlanner 2.1 сначала выполняет сравнение энергетики направлений «вверх» и «вниз»

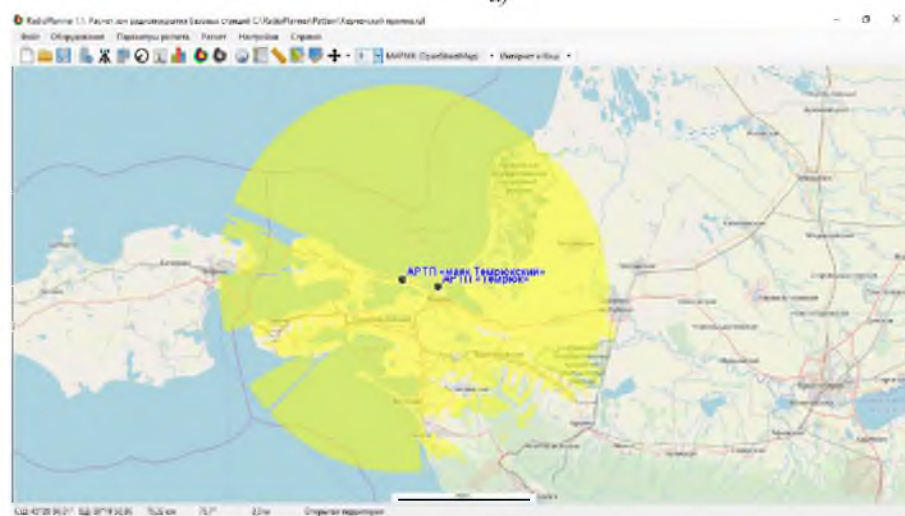
для сектора базовой станции и затем производит расчет радиопокрытия для того направления, у которого меньше уровень сигнала на приеме. При расчете баланса мощности используются параметры антенно-фидерного устройства (АФУ), мощности передатчиков и чувствительности приемников для базовых и абонентских станций, указанных в соответствующих меню.

Расчет покрытия с учетом баланса мощности можно выполнить для разных условий использования абонентской станции №1 (носимой), например – в помещениях, вне помещений и внутри автомобиля. Каждому условию использования соответствует свой цвет и свое значение потерь (запаса) на проникновение сигнала, которое указывается в поле формы. Для мобильной станции №2 выполняется расчет вне помещений.

На рис. 7 представлена модель распространения «снизу-вверх» стационарной станции (СС) – бортовой станции (БС) порта Темрюк.



а)



б)

Рисунок 7 – а) Характеристики судовой радиостанции  
б) Модель распространения «снизу-вверх» стационарной станции (СС) – бортовой станции (БС) порта Темрюк



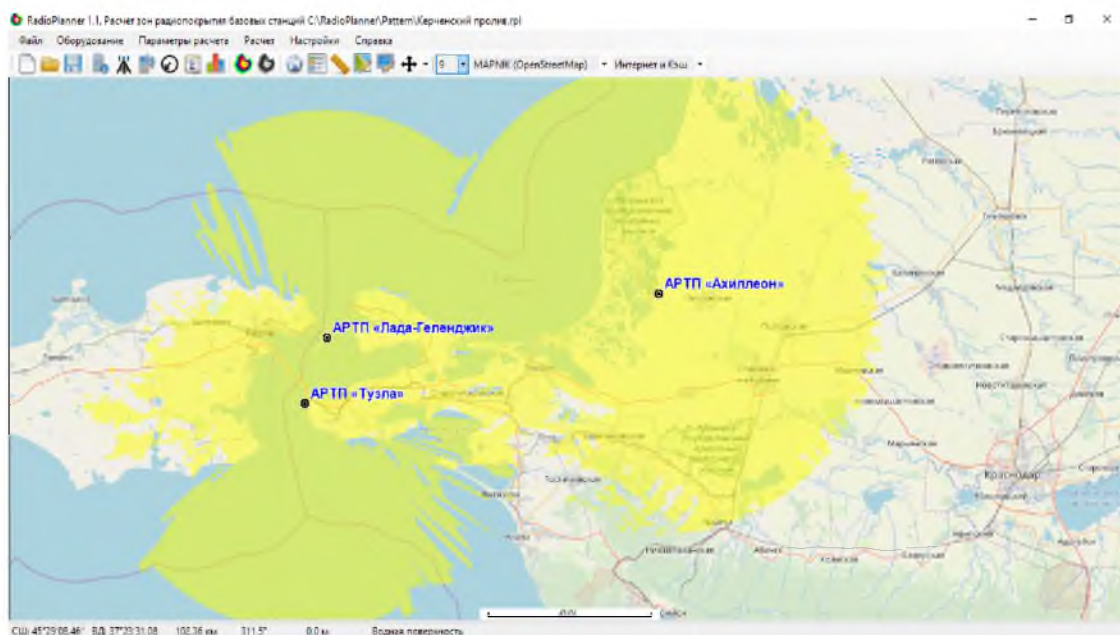


Рисунок 8 – Модель распространения «снизу-вверх» СС – БС порта Кавказ

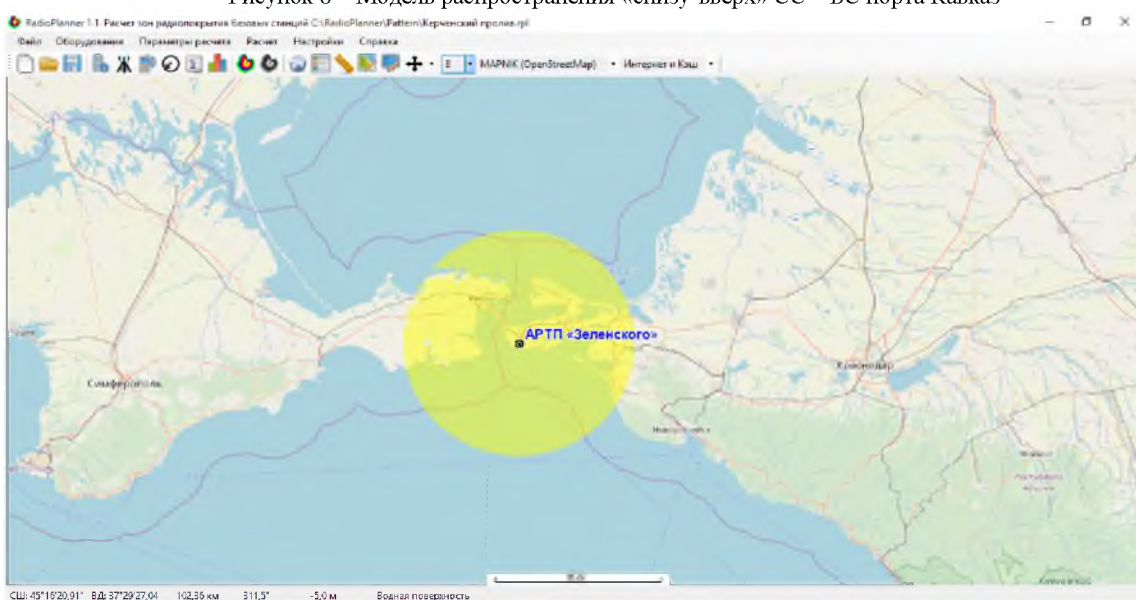


Рисунок 9 – Модель распространения «снизу-вверх» СС – БС порта Тамань

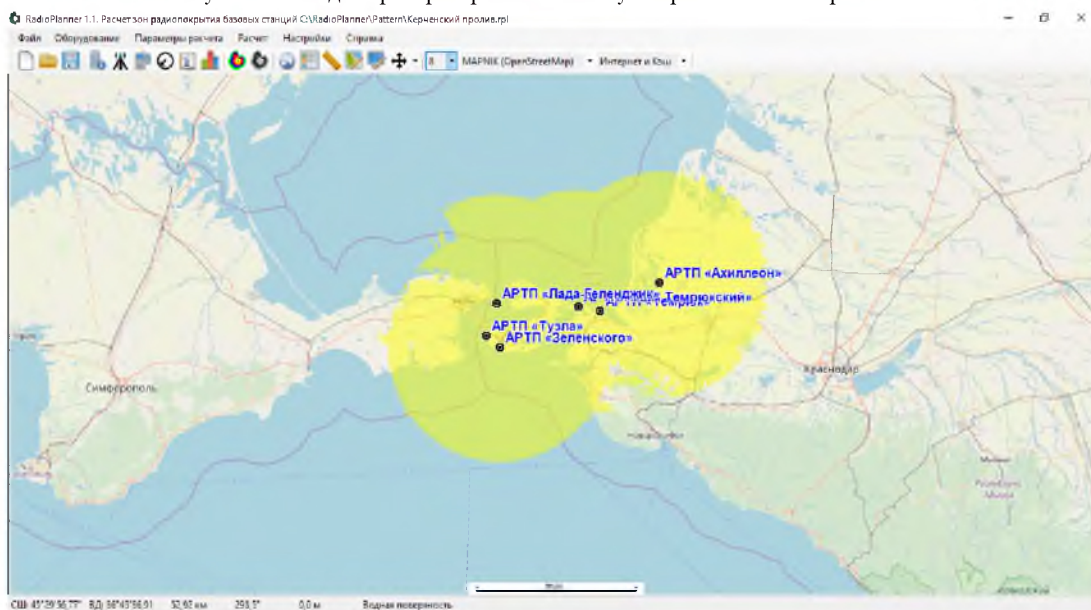


Рисунок 10 – Модель распространения «снизу-вверх» СС – БС Керченского пролива

### Литература

1. Резолюция ИМО А.857 (20) "Руководство по службам движения судов".
2. Приказ Министерства транспорта РФ от 23 июля 2015г. № 226 "Об утверждении Требований к радиолокационным системам управления движением судов, объектам инфраструктуры морского порта, необходимым для функционирования Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности, объектам и средствам автоматической информационной системы, службе контроля судоходства и управления судоходством".
3. Тюфанова, А.А Методика интерференционного анализа конфигурации береговых радиолокационных станций в районе действия системы управления движением судов, на примере порта Новороссийск// Транспортное дело России № 3(112). – М.: Морские вести России, 2014.
4. RadioPlanner 2.1\_191015. Руководство пользователя. – Новосибирск, 2019. – 125 с.
5. ГОСТ Р 55897-2013 Сети подвижной радиосвязи. Зоны обслуживания. Методы расчета. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
6. Боран-Кешишьян А.Л., Хекерт Е.В. Положения теории интервальных средних, применительно к анализу надежности технических средств сложных систем при независимых по надежности элементах / Эксплуатация морского транспорта. 2014. № 1 (73). С. 38-42.
7. Кондратьев С.И. Синтез программных траекторий методом динамического программирования / Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки.– 2003.– № S6.– С. 41-43.

### References

1. Rezoljucija IMO A.857 (20) "Rukovodstvo po sluzhbam dvizhenija sudov".
2. Prikaz Ministerstva transporta RF ot 23 ijulja 2015g. № 226 "Ob utverzhenii Trebovanij k radiolokacionnym sistemam upravlenija dvizheniem sudov, ob#ektam infrastruktury morskogo porta, neobhodimym dlja funkcionirovanija Global'noj morskoy sistemy svjazi pri bedstvii i dlja obespechenija bezopasnosti, ob#ektam i sredstvam avtomaticheskoj informacionnoj sistemy, sluzhbe kontrolja sudohodstva i upravlenija sudohodstvom".
3. Tjufanova, A.A Metodika interferencionnogo analiza konfiguracii beregovyh radiolokacionnyh stancij v rajone dejstvija sistemy upravlenija dvizheniem sudov, na primere porta Novorossijsk// Transportnoe delo Rossii № 3(112). – М.: Morskie vesti Rossii, 2014.
4. RadioPlanner 2.1\_191015. Rukovodstvo pol'zovatelja. – Novosibirsk, 2019.
5. GOST R 55897-2013 Seti podvizhnoj radiosvjazi. Zony obsluzhivaniya. Metody rascheta. – М.: Standartinform, 2014. – 16 s.
6. Boran-Keshish'yan A.L., Hekert E.V.Polozheniya teorii interval'nyh srednih, primenitel'no k analizu nadezhnosti tekhnicheskikh sredstv slozhnyh sistem pri neza-visimyh po nadezhnosti elementah / Ekspluataciya morskogo transporta. 2014. № 1 (73). S. 38-42.
7. Kondrat'ev S.I.Sintez programmyh traektorij metodom dinamicheskogo pro-grammirovaniya / Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Severo-Kavkazskij region. Seriya: Tekhnicheskie nauki. 2003. № S6. S. 41-43.