

Херсонская Государственная Морская Академия

**Ходаковский В.Ф., Литвак М.С.,  
Смеликова В.Б., Мельниченко А.В.**

# **Радионавигационные приборы**

**Учебное пособие**

*3 издание*

**Херсон  
2018**

**УДК 341.225.5 (075.8)**

**ББК 39.471**

**Р 154**

**Рецензенты:**

**Леонов В.Е.** – ХГМА, доктор технических наук, профессор

**Нестеренко В.Б.** – капитан дальнего плавания

**Чернявский В.В.** – декан факультета судовождения ХГМА,  
кандидат педагогических наук, доцент

**Ходаковский В.Ф., Литвак М.С., Смеликова В.Б.,**

**А.В.**

**Р 154** Радионавигационные приборы: Учебное пособие – 3 издание./

В.Ф. Ходаковский, М.С. Литвак, В.Б. Смеликова, А.В.

. –

Херсон: Гринь Д.С., 2018. - 414 с.

**ISBN ; 9: /; 88/; 52/242/3**

Второе издание учебного пособия предназначено для обучающихся на судоводительской специальности морских учебных заведений.

Изложены особенности технического выполнения и навигационного использования современных судовых радионавигационных приборов, применяемых на морском транспорте. Учебное пособие предназначено для отработки практических навыков использования описанных приборов в радарном зале.

Составлено в соответствии со стандартами Министерства Образования Украины, а также с учетом требований международной конвенции ПДНМВ 78/95.

**ISBN ; 9: /; 88/; 52/242/3**

**ББК 39.471**

© Ходаковский В.Ф., Литвак М.С.,

Смеликова В.Б.,

А.В., 2018

**Содержание**

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	5
ГЛАВА 1 РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА VISION MASTER.....	6
1.1. Радиолокационные станции. Физические основы радиолокации ....	6
1.2. Общая информация о системе .....	43
1.3. Начало работы на радаре.....	50
1.4. Основные операции .....	56
1.5. Организация работы датчиков.....	92
1.6. Режимы отображения, движения, вектора перемещения и архивных маршрутов .....	107
1.7. Инструменты навигации .....	118
1.8. Предупредительные (аварийные) сигналы .....	144
1.9. Системы .....	155
1.10. Список терминов.....	164
RADAR TEST ACCORDING TO IMO MODEL COURSE 1.07.....	178
Глава 2 Навигационная система GPS модель GP 150.....	192
2.1. Принцип действия и состав СНС «Навстар» .....	192
2.2. Точностные характеристики СНС «Навстар» .....	197
2.3. ОБЗОР ПРОЦЕДУРЫ РАБОТЫ.....	207
2.4 ПУТЬ.....	216
2.5 МЕТКИ .....	226
2.6 ПЛАНИРОВАНИЕ НАВИГАЦИИ .....	232
2.7 ПУНКТ НАЗНАЧЕНИЯ.....	247
2.8 НАСТРОЙКА РАЗЛИЧНЫХ ДИСПЛЕЕВ .....	260
2.9 ТРЕВОГИ.....	267
2.10 НАСТРОЙКИ МЕНЮ .....	274
2.11 ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОИСК НЕИСПРАВНОСТЕЙ.....	298
ARPA TEST ACCORDING TO IMO MODEL COURSE 1.07 .....	309

---

Глава 3 AIS .....	319
3.1. Общая информация .....	319
3.2. Технические характеристики .....	328
3.3. Функционирование .....	332
3.4. Экран отображения информации о судах .....	337
3.5. Индикация собственного судна .....	342
3.6. Схема меню и основные функции .....	345
3.7. Раздел работы с сообщениями .....	346
3.8. Раздел начальных установок .....	356
3.9. Системные установки .....	368
3.10. Функции тестирования системы .....	379
3.11. Обслуживание и выявление неисправностей .....	388
3.12. Список УКВ каналов .....	390
3.13. Сокращения .....	392
Тест "AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM - AIS" .....	393
Глава 4. Радиолокационный маяк-ответчик SART-9 .....	403
Радиолокационный маяк-ответчик .....	403
Список использованной литературы .....	412

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

---

При подготовке второго издания учебника было принято во внимание, что программа курса «Радионавигационные приборы и системы» в высших учебных заведениях практически не изменилась, тираж первого издания быстро разошёлся, а от преподавателей ряда высших морских учебных заведений были получены в целом одобрительные отзывы.

Поэтому второе издание по сравнению с первым выходит с некоторыми изменениями, включающими тестовые задания для проверки знаний курсантов в соответствии с требованиями ИМО.

Пожелания о включении в книгу описаний практических работ не выполнены из-за ограничения её объёма.

Авторы выражают благодарность преподавателям, приславшим отзывы и замечания по предыдущему изданию учебника.

---

# ГЛАВА 1 РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СИСТЕМА VISION MASTER

---

## 1.1. Радиолокационные станции. Физические основы радиолокации

---

### *Принцип действия РЛС*

Радиолокационной станцией, или радиолокатором, называется устройство, предназначенное для обнаружения объектов и определения их координат с помощью радиоволн, отражающихся от этих объектов и характера движения / перемещения.

Для обнаружения объекта достаточно осуществить излучение радиоволн и их прием после отражения от этого объекта. Но для определения координат (направления и расстояния) необходимо знать, в каком направлении происходит излучение и прием радиоволн и в течение какого времени они распространяются до объекта и обратно.

Следовательно, РЛС должна иметь приемно-передающее устройство, обеспечивающее направленное излучение и прием, а также индикаторное устройство, определяющее координаты объекта. Чтобы во время приема слабо отраженных сигналов не было помех от собственного излучения, его обычно осуществляют в виде кратковременных посылок-импульсов, в промежутках между которыми принимают отраженные сигналы (эхосигналы). В связи с этим в РЛС должно быть синхронизирующее устройство, обеспечивающее согласование и периодичность работы всех ее узлов.

Общее представление о работе импульсной РЛС и взаимодействии отдельных ее блоков можно получить при рассмотрении упрощенной структурной схемы и временной диаграммы (рис. 1, а, б).

Синхронизатор 5 периодически запускает передатчик 6 и одновременно с ним индикатор 4. Мощный кратковременный импульс СВЧ колебаний, вырабатываемый передатчиком, поступает в антенну и излучается ею в заданном направлении в виде узкого луча. При отражении от объекта слабый СВЧ импульс возвращается к антенне и поступает на вход приемника 3 (при излучении импульса приемник находится в запертом состоянии). Для упрощения конструкции РЛС одну и ту же антенну используют как для излучения, так и для приема. Подключение антенны к передатчику или приемнику производят с помощью антенного переключателя 2.

После усиления в приемнике 3 импульс детектируется и поступает на индикатор 4. Так как начало работы индикатора совпадает с моментом излучения импульса по направлению к объекту, то, зафиксировав по индикатору момент прихода отраженного импульса, можно определить расстояние до объекта

$$D = \frac{ct_D}{2}, \quad (1)$$

где  $D$  — расстояние до объекта, м;  $c$  — скорость распространения радиоволн (приблизительно равная  $3 \cdot 10^8$  м/с = 300 000 км/с);  $t_D$  — время распространения радиоволны до объекта и обратно (отрезок времени от момента излучения импульса до момента прихода отраженного сигнала), с.

Подставив в формулу (1) значение  $c$ , выраженное в метрах на микросекунду, а  $t_D$  — в микросекундах, получим расстояние в метрах  $D = 150 t_D$ . Для получения величины  $D$  в морских милях при подстановке времени  $t_D$  в микросекундах используют следующую формулу:

$$D = t_D / 12,36$$

Направление на объект в простейшем случае может быть определено непосредственно по положению антенны в момент приема ею отраженных импульсов.

Если при достаточно частой посылке импульсов положение непрерывно вращающейся антенны фиксируется в индикаторе, то с помощью индикатора можно отмечать одновременно как расстояние до всех отражающих объектов, так и направление на них. Этот принцип, используемый в судовых РЛС кругового обзора, требует применения специальных ЭЛТ, способных отмечать мгновенное положение объектов на экране и при наличии у него послесвечения запоминать эти положения на время оборота антенны.

В индикаторе РЛС применяют ЭЛТ с радиально-круговой разверткой и яркостной модуляцией луча (рис. 1, в). Отклонение луча с постоянной скоростью из центра экрана в направлении, заданном положением антенны, начинается в момент  $t_0$ . При своем движении по экрану луч имеет незначительную яркость. В момент  $t_D$ , когда приходит отраженный сигнал от объекта, количество электронов в луче возрастает и при некотором отклонении луча от центра появляется более яркая светящаяся точка. При неподвижной антенне направление отклонения не изменяется, поэтому светящаяся точка будет находиться в одном и том же месте (предполагается, что за это время координаты объекта не изменились). Если ЭЛТ будет выключена или антенна изменит положение и луч развертки на экране отклонится в другом направлении, то светящаяся точка в течение нескольких секунд будет еще достаточно хорошо видна на экране. При непрерывном вращении антенны, последовательно облучающей окружающие объекты, их положение на экране ЭЛТ будет фиксироваться аналогичным образом, но каждый из эхо-сигналов будет вызывать появление светящихся точек на соответствующих направлениях и удалениях от центра развертки луча. Направление луча задается антенной РЛС, расстояние до светящейся точки — временем от посылки импульса до возвращения отраженного сигнала. Следовательно, на экране индикатора РЛС в полярной системе координат будет отображена вся окружающая обстановка и за счет послесвечения люминофора экрана изображение будет сохраняться в течение времени поворота антенны на  $360^\circ$  (рис. 2, а, б).