

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы  
при изучении дисциплины (модуля)**

<b>Дисциплина</b>	<b>Б1.В.02 «Средства морской радионавигации»</b> <small>код и наименование дисциплины</small>
<b>Специальность</b>	<b>25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования</b> <small>код и наименование специальности</small>
<b>Специализация</b>	<b>Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промыслового флота</b> <small>наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы</small>
<b>Разработчик</b>	<b>Холодов Г.Г., доцент, к.т.н.</b> <small>ФИО, должность, ученая степень, (звание)</small>

Мурманск  
2019

Составитель – Холодов Геннадий Григорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования 19 ноября 2019 г., протокол № 8.

**Цель дисциплины:** Б1.В.02 «Средства морской радионавигации» является формирование компетенций в эксплуатационно-технической и научно-исследовательской областях профессиональной деятельности, в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 25.05.03 "Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования"

## **2. Задачи дисциплины:**

1. изучить теорию основ радионавигационных систем;
2. изучить устройство и конструкцию судовых радионавигационных систем, принципы комплектации обеспечивающих систем и оборудования;
3. изучить методы, позволяющие оценивать и оптимизировать работу судовых радионавигационных систем;
4. изучить методы оценки влияния мешающих факторов (помех, условий распространения радиоволн и др.) и свойств зондирующих и отраженных сигналов на работу радионавигационных систем, определения причин, вызывающих отклонения рабочих параметров, расчета и установления оптимальных режимов работы судовых навигационных комплексов;
5. изучить эксплуатационные характеристики и режимы работы, их оптимизацию, выбор ограничительных параметров и характеристик;
6. научить пользоваться современными средствами исследования и диагностики процессов судовых радионавигационных систем;
7. изучить методы диагностики и испытания судовых радионавигационных систем.

## **3. Содержание дисциплины**

1. Международные организации и документы по использованию радионавигационных средств на море;
2. Радионавигационные средства для определения места судна и оценка окружающей обстановки;
3. Радиотехнические методы определения места судна; Классификация радионавигационных систем;
4. Основные эксплуатационные требования и оценка точности РНС;
5. Радиолокационные системы, методы радиолокации; Функциональная схема РЛС;
6. Судовые станции «Альфа», «Наяда»; Радиолокационные маяки-ответчики РЛО;
7. Средства автоматизированной радиолокационной прокладки САРП;
8. Радиопеленгаторы; РНС «Лоран-С» в системе EUROFIX, передача корректирующей информации;
9. Радионавигационные системы с орбитальными радионавигационными точками. GPS, ГЛОНАСС;
10. Судовая гидроакустическая аппаратура;
11. Гидроакустические системы позиционирования;
12. Системы LBL, SBL, USBL, LUSBL, GIB; Спутниковые компасы; Судовые АИС.

## **Перечень примерных тем контрольных работ:**

1. Расчет основных характеристик ИФ РНС Лоран-С и приемоиндикатора этой системы для дневной формы обучения.
2. Расчет рабочей зоны судового приемоиндикатора «Пирс-2» системы «Декка» для заочной формы обучения.

## **4. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования».

### Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Соответствие Кодексу ПДНВ <sup>1</sup>	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций) <sup>2</sup>
	ПК-4 готовность участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем	(колонка 2 Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ	Компетенция реализуется полностью	ПК-4.1 знает: Принципы работы судовых радионавигационных устройств ПК-4.2 умеет: Определять место судна в море, руководствуясь информацией, полученной с помощью судовых радионавигационных устройств ПК-4.3 владеет: Навыками работы с судовым или иным навигационным оборудованием.
	ПК-7 готовность участвовать в осуществлении надзора за безопасной эксплуатацией транспортного радиоэлектронного оборудования	колонка 2 Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ	Компетенция реализуется полностью	ПК-7.1 знает: Основные требования в области надзора за безопасной эксплуатацией транспортного радиоэлектронного оборудования. ПК-7.2 умеет: Организовать штат работников для участия в комиссии по надзору ПК-7.3 владеет: Знаниями, позволяющими компетентно участвовать в комиссии по надзору.

<sup>1</sup> Только для конвенционных специальностей (для остальных направлений подготовки/специальностей столбец удалить)

<sup>2</sup> Для ФГОС ВО 3++

	ПК-24 способность анализировать результаты технической эксплуатации транспортного радиоэлектронного оборудования, динамики показателей качества объектов профессиональной деятельности с использованием проблемно-ориентированных методов и средств исследований, а также разрабатывать рекомендации по повышению уровня эксплуатационно-технических характеристик	колонка 2 Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ	Компетенция реализуется полностью	ПК-24.1 знает: Основные требования, предъявляемые к результатам эксплуатации транспортного радиооборудования ПК-24.2 умеет: Правильно выбрать проблемно-ориентированные средства для оценки результатов работы транспортного радиооборудования ПК-24.3 владеет: Знаниями, позволяющими создать математические модели показателей эффективности для оценки результатов работы транспортного радиооборудования
	ПСК-3.1 способностью выполнять действия, связанные с технической эксплуатацией судовых средств радиосвязи и радионавигации	(колонка 2 Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а также выполнение функциональных требований ГМССБ	Компетенция реализуется полностью	ПСК-3.1.1 Знает: требования, предъявляемые к эксплуатации судовых средств радиосвязи и радионавигации. ПСК-3.1.2 Умеет: ориентироваться в различных видах судового радиооборудования. ПСК-3.1.3 Владеет: навыками работы с судовым или иным транспортным радиооборудованием
1.	ПСК-3.2 способностью к определению места судна в море с помощью судовых радионавигационных устройств	(колонка 2 Таблица А-IV/2 Кодекса ПДНВ Передача и прием информации, используя подсистемы и оборудование ГМССБ, а	Компетенция реализуется полностью	ПСК-3.2.1 знает: принципы работы судовых радионавигационных устройств ПСК-3.2.2 умеет: определять место судна в море, руководствуясь информацией, полученной с помощью судовых радионавигационных устройств ПСК-3.2.3 Владеет: навыками работы с судовым или иным

		также выполнение функциональных требований ГМССБ		навигационным оборудованием
--	--	--	--	-----------------------------

**Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы  
9 семестр**

№	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки							
		Очная				Заочная			
		Лек	ПР	ЛР	СР	Лек	ПР	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6				
1	Введение								
1.1	Международные организации и документы по использованию радионавигационных средств на море. Радионавигационные средства для определения места судна и оценка окружающей обстановки. Радиотехнические методы определения места судна. Классификация радионавигационных систем. Основные эксплуатационные требования. Оценка точности РНС.	1			2	1			6
2.	Радиолокационные системы.								
2.1	Методы радиолокации. Измерение расстояния и направления на объект. Функциональная схема РЛС. Искусственные отражатели. Технические характеристики морских РЛС. Точность, дальность, разрешающая способность.	1			2		1		6
2.2	Передающие устройства РЛС. Антенные устройства РЛС их особенности. Приемные устройства РЛС, их особенности. Оконечные устройства. Индикаторы кругового обзора. Индикация истинного движения в судовых РЛС. Устройства оценки опасности ситуации. Судовые станции «Альфа», «Наяда».	1			2				6
2.3	Радиолокационные системы с активным ответом. Общая характеристика. Радиолокационные маяки-ответчики. Судовые РЛЮ. Автоматизация обработки радиолокационной информации. Средства автоматизированной радиолокационной прокладки САРП. Береговые радиолокационные станции и системы управления движением судов. РЛС тренажёры.	1			2	1			6

3.	Радиомаяки.								
3.1	Круговые радиомаяки. Назначение и устройство. Основные характеристики и режимы работы. Маркерные и радиодевиационные радиомаяки. Аэрорадиомаяки, радиостанции ЦТГ и суда службы погоды.	1			2		1		6
3.2	Створные радиомаяки. Равносигнальная зона и способы ее формирования. Основные характеристики и особенности использования.				2				7
3.3	Секторные радиомаяки. Принцип действия и устройство. Получение многолепестковых диаграмм направленности. Формирование равносигнальных зон. Принцип определения направления. Методы и приборы для повышения точности счета сигналов. Дальность действия и точность.				2				7
4.	Радиопеленгаторы.								
4.1	Основы теории радиопеленгования. Классификация радиопеленгаторов. Антенные устройства радиопеленгаторов. Рамочная антенна, штыревая антенна, диаграммы направленности. Антенный эффект рамки и его устранение.	1		2	2	1		1	7
4.2	Радиопеленгаторы слуховые. Принцип действия. Погрешности, вызываемые радиогониометром. Определение стороны. Устройство и конструкция слухового радиопеленгатора например «Рыбка М». Функциональные и электронные схемы. Пеленгование с помощью радиопеленгатора «Рыбка М». Радиопеленгатор «Баркас».	1		2	2				6
4.3	Радиопеленгаторы визуальные. Двухканальные визуальные радиопеленгаторы. Двухканальные визуальные радиопеленгаторы с коммутацией каналов. Устройство и конструкция визуального радиопеленгатора «Румб». Функциональные и электронные схемы. Погрешности радиопеленгования. Влияние берегового эффекта. Влияние ночного эффекта.	1		2	2		1		6
4.4	Радиодевиация судового радиопеленгатора. Основы теории радиодевиации. Анализ причин вызывающих радиодевиацию. Коэффициенты постоянной радиодевиации А, В, С, D, F, H. Компенсация радиодевиации. Электрическая компенсация. Механическая компенсация. Способы определения радиодевиации. Вычисления при радиодевиационных работах.	1		2	1				6
5.	Автоматическая идентификационная система AIS								
.5.1	Международные требования. Назначение	1		2	1		1		6

	АИС. Преимущества и ограничения АИС. Общий принцип функционирования АИС. Передаваемая и принимаемая информация АИС. Интенсивность передачи. УКВ каналы АИС. Функционирование АИС на различных информационных уровнях. Модель взаимодействия открытых информационных систем. Физический уровень. Канальный уровень.								
5.2	Сообщения АИС. Работа АИС с аппаратурой дальней связи. Судовая аппаратура АИС. Типы станций АИС. Состав судовой аппаратуры АИС. Отображение информации АИС. Основные узлы станции АИС. Диагностика неисправностей. Особенности установки аппаратуры АИС на морских судах. Использование АИС в системах регулирования движением судов.	1		2	2	1		1	6
6.	Судовая гидроакустическая аппаратура								
6.1.	Судовая гидроакустическая аппаратура. Устройство гидроакустических систем. Классификация гидроакустических приборов и устройств. Гидролокаторы кругового и секторного обзора, бокового обзора. Эхолоты, профилографы морского дна.. Системы ГСП с длинной базисной линией (LBL системы), ГСП с короткой базисной линией (SBL системы). ГСП с ультракороткой базисной линией (USBL, иногда SSBL системы). ГСП комбинированного типа, например LUSBL система, (LBL системы и SBL системы) - GIB.	1			2				6
6.2	Гидроакустические системы позиционирования. Состав оборудования SIMRAD HPR309. Транспондеры.	1			2				6
7.	Радионавигационные системы с орбитальными радионавигационными точками.								
7.1	Принцип постарения радионавигационных систем с орбитальными радионавигационными точками (РНТ). Структура РНС с орбитальными РНТ. Характеристика системы орбитальных РНТ. Информационное обеспечение РНС с орбитальными РНТ. Спутниковая РНС ГЛОНАСС. Спутниковая РНС GPS. Спутниковая РНС GALILEO. Интеграция среднеорбитальных СНС. EGNOS, WAAS, MSAS.	1			2				6
.7.2	Радиосигналы в спутниковых РНС. Общие требования к радиосигналам. Особенности радиосигнала в спутниковой РНС ГЛОНАСС. Особенности радиосигнала в спутниковой РНС НАВСТАР. Разделение сигналов в спутниковых РНС.	1		2	1				6

.7.3	Принцип действия судовой измерительно-вычислительной аппаратуры. Общие характеристики аппаратуры. Измеряемые радионавигационные параметры. Поиск радиосигналов в НИСЗ. Принципы оценки радионавигационных параметров. Решение навигационной задачи.	1			2			1	6
57.4	Точность определения координат судна в спутниковых РНС. Характеристика факторов, влияющих на точность определения места судна. Инструментальные погрешности судовой измерительной аппаратуры. Погрешности, обусловленные влиянием условий распространения радиоволн. Геометрический фактор.	1		2	1				6
.7.5	Дифференциальный режим спутниковых РНС. Общая характеристика дифференциального режима. Методы дифференциальных определений. Средства передачи корректирующей информации. Система мониторинга СРНС.	1		2	2			1	6
	<b>Итого 9 семестр</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>3 6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>123</b>
№	<b>Содержание разделов (модулей), тем дисциплины А семестр</b>	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки							
		Очная				Заочная			
		Ле к	ПР	ЛР	С Р	Л ек	П Р	Л Р	С Р
1	2	3	4	5	6				
8	<b>Фазовые радионавигационные системы</b>								
8.1	Принципы построения фазовых радионавигационных систем. Методы фазовых измерений. Дальномерные и разностно-дальномерные фазовые радионавигационные системы. Методы селекции сигналов. Многозначность фазовых измерений и ее разрешение. Фазовая дорожка. Метод привязки. Метод излучения дополнительных частот. Метод разрешения многозначности при импульсном характере сигналов.	2							
8.2	Фазовая радионавигационная система с частотной селекцией «Декка». Обеспечение когерентности излучаемых сигналов. Диаграмма излучений станций. Дорожки в системе «Декка». Береговые станции. Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Погрешности, вызванные влиянием отраженного от ионосферы луча. Изолинии точности системы «Декка». Корреляционные связи между результатами измерений.	2			1				
8.3	Судовой приёмник индикатор «Пирс-2» систе-	1		2					

	мы «Декка». Функциональная схема приёмника. Конструкция приёмника. Порядок использования.								
8.4	Фазовая радионавигационная система с временной селекцией «Омега». Принцип действия системы. Береговые станции системы. Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Поправки для компенсации. Влияние условий распространения радиоволн на дальность приёма сигналов станций. Дифференциальная система «Омега». Судовые приёмники системы.	1		2					
9.	<b>Импульсные и импульсно-фазовые радионавигационные системы.</b>								
9.1	Принцип построения импульсных РНС. Методы измерения временных интервалов, используемые в импульсных РНС. Приёмники системы. Состав оборудования. Функциональные и электрические схемы. Цифровой временной модулятор. Преобразователь код-время по принципу сравнения. Принцип действия ИФРНС. ИФРНС «Лоран-С». Структура сигналов береговых станций. Устранение влияния кратных отражений путем фазового кодирования. Огибающая импульса системы «Лоран-С». Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Задержка пространственной волны относительно поверхностной для частоты 100 кГц. Система поправок.	1		2	1				
9.2	Судовые приёмники для системы «Лоран-С». Полуавтоматический приёмник КПИ-5Ф. Основные характеристики приёмника, принцип действия. Приемное устройство. Индикатор. Измерительная система приёмника. Автоматическая следящая система. Конструктивное исполнение индикатора. Устройство синхронной фильтрации. Порядок использования приёмника. Автоматические приёмники «Эльдорадо».	1		2	1				
10	<b>Электронные компасы</b>								
10.1	Состав электронного магнитного компаса. Компас с системой двух магнетометров, блок-схема. Компас с системой трёх магнетометров, блок-схема. Блок-схема электронного компаса, не имеющего подвижных частей. Характеристики электронных МК. Флюксгейт компас «Azimuth 1000». Основные операционные режимы. Источники погрешностей.	1							
10.2	Фиброоптические (волоконно-оптические)	1							

	гироскопы. Виды ГК и предъявляемые к ним требования. Эксплуатационные стандарты морских гироскопов. Статические и динамические погрешности ГК. Принцип определения курса. Оптические кольцевые лазерные гироскопы. Фиброоптические (волоконно-оптические) гироскопы-ФОГ. Принцип работы фиброгироскопов. Характеристики фиброоптических гироскопов. Базовая конфигурация ФО-гироскопа «NAVIGATOR2100». Модуль управления, основной прибор, блок питания и интерфейс. Основные преимущества электронных гироскопов.								
10.3	Спутниковые компасы. Принцип определения курса. Трёхантенная система спутникового компаса. Состав аппаратуры спутникового компаса и его характеристики. Антенная система, основной модуль, устройство управления и отображения на примере «Furuno». Технические характеристики. Комплексирование с РЛС, САРП, АИЭЖДИС.	1		3					
11.	<b>Измерители скорости и проходимого расстояния.</b>								
11.1	Требования к лагом. Классификация. Эксплуатационные требования. Электромагнитные (индукционные) лаги. Основные эксплуатационные характеристики лага ЛЭМ-2.	1							
11.2	Гидроакустические доплеровские лаги. Классификация. Характеристики «ЛА-53». Гидроакустические корреляционные лаги. Радиодоплеровские лаги.	1		2					
12.	<b>Указатели скорости поворота судна, акселерометры, датчики параметров качки.</b>								
12.1	Датчики скорости поворота судна. Требования ИМО к указателям скорости поворота. Датчики скорости поворота с классическими гироскопами. Фиброоптические УСП. Вибрационные гироскопы. Принцип измерения угловой скорости. Достоинства кольцевых вибрационных ДУС.	1							
12.2	Акселерометры. Принцип измерения ускорений. Кремневый ёмкостной акселерометр. Характеристики акселерометров. Датчики параметров качки.	1							
13.	<b>Навигационно-информационные системы.</b>								
	Электронная отображающая карты информационная система ЭЖДИС. Система с электронными картами ЭКС. Перечень технических требований к ЭЖДИС. Требования к навигационным картам ЭЖДИС. Сертификация ЭЖДИС. ЭЖДИС/ЭКС.	1		3	1				

	<b>Итого А семестр</b>	<b>16</b>		<b>16</b>	<b>4</b>				
	<b>Итого по дисциплине СМРН</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>40</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	$\frac{12}{3}$

#### Перечень лабораторных работ

№ п\п	9 семестр	Кол-во часов	Кол-во часов
		очная	заочная
1	2	2	3
1	Пеленгование с помощью радиопеленгатора «Рыбка М», «Баркас».	2	
2	Двухканальные визуальные радиопеленгаторы с коммутацией каналов Румб	2	
3	Судовой приёмоиндикатор «Пирс-2» системы «Декка».	2	1
4	Полуавтоматический приёмоиндикатор КПИ-5Ф.	2	1
5	Функционирование АИС на различных информационных уровнях	2	1
6	Структура РНС ГЛОНАСС и GPS	2	1
7	Особенности радиосигнала в спутниковой РНС ГЛОНАСС.	2	-
8	Характеристика факторов, влияющих на точность определения места судна.	2	-
9	Дифференциальный режим спутниковых РНС.	2	
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>18</b>	<b>4</b>

#### Перечень лабораторных работ

№ п\п	А семестр	Кол-во	Кол-во
		очная	заочная
1	2	3	3
1	Рамочная антенна, штыревая антенна, диаграммы направленности	2	-
2	Устройство и конструкция слухового радиопеленгатора «Рыбка М».	2	
3		2	
4	Функциональная и электрическая схема приёмоиндикатора «Пирс-2»	2	
5	Функциональная и электрическая схема приёмоиндикатора «КПИ-5Ф»	2	
6	Методы измерения временных интервалов, используемые в импульсных РНС	2	
7	Основные узлы станции АИС. Диагностика неисправностей	2	
8	Особенности радиосигнала спутниковой РНС ГЛОНАСС.	2	
9	Методы дифференциальных определений.	2	
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>18</b>	

#### Перечень практических работ

№ п\п	А семестр	Кол-во	Кол-во
		очная	заочная
1	2	3	3
1	Основные узлы станции АИС. Диагностика неисправностей		2
2	Методы дифференциальных определений.		2
	<b>Итого за семестр:</b>	<b>-</b>	<b>4</b>

### **Перечень примерных тем контрольных работ:**

1. Расчет основных характеристик ИФ РНС Лоран-С и приемоиндикатора этой системы для дневной формы обучения.
2. Расчет рабочей зоны судового приемоиндикатора «Пирс-2» системы «Декка» для заочной формы обучения

## **5. Методические рекомендации**

### **5.1 Методические рекомендации по организации работы обучающихся во время проведения лекционных занятий**

- В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для практического занятия и указания для выполнения самостоятельной работы.
- Обучающемуся, в ходе лекционных занятий, необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание изучаемой дисциплины, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве.
- Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Рекомендуется активно задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

### **5.2 Методические указания к выполнению практических работ**

- Практические работы сочетают элементы теоретического исследования и практических навыков. Выполняя практические работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, практически осваивая конкретные решения, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение практических работ направлено на:
  - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
  - формирование умений применять полученные знания для практической деятельности;
  - развитие теоретических, аналитических, проектировочных, знаний и умений;
  - выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Практические занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в учебных помещениях и лабораториях, при необходимости, с использованием к сети интернет.
- Форма организации обучающихся для проведения практического занятия – групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения практической работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

### **5.3 Методические указания к выполнению лабораторных работ**

- Лабораторные работы сочетают элементы теоретического исследования и практической работы. Выполняя лабораторные работы, обучающиеся лучше усваивают учебный материал, так как многие теоретические определения, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными, происходит соприкосновение теории с практикой, что в целом содействует пониманию сложных вопросов науки и становлению обучающихся как будущих специалистов.
- Выполнение лабораторных работ направлено на:
  - обобщение, систематизацию, углубление теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания в практической деятельности;
  - развитие аналитических, проектировочных, конструктивных умений;
  - выработку самостоятельности, ответственности и творческой инициативы.
- Лабораторные занятия, как вид учебной деятельности, проводятся в специальной лаборатории кафедры, оборудованной для выполнения лабораторных работ (заданий).
- Форма организации обучающихся для проведения лабораторного занятия – фронтальная, групповая и индивидуальная – определяется преподавателем, исходя из темы, цели, порядка выполнения работы. Оборудование используется в соответствии с инструкциями по эксплуатации.
- Результаты выполнения лабораторной работы оформляются обучающимися в виде отчета, форма и содержание которого определяются требованиями соответствующей работы.

#### **5.4 Проведение занятий в интерактивной форме**

- Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.
- Интерактивная форма обучения реализуется в виде проблемных лекций, коллективных решениях творческих задач и использовании метода проектов.
- **Проблемная лекция.** На этой лекции новое знание вводится через проблемность вопроса, задачи или ситуации. При этом процесс познания обучающихся в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к исследовательской деятельности. Разрешение проблемной ситуации происходит путем организации направления поиска ее решения, выдвижения гипотез и их проверки, решения задач различными способами, нахождения наиболее рационального пути решения и т.д.; анализа полученного результата, обсуждения противоречий или неоднозначности выводов и т.п.
- **Коллективные решения творческих задач.** Под творческими заданиями понимаются такие учебные задания, которые требуют от обучающихся не простого воспроизводства информации, а творчества, поскольку задания содержат больший или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов, несколько методов решения.

#### **5.5 Методические рекомендации к самостоятельной работе**

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).
- Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.
- К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.
- В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

- Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:
  - изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;
  - подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
  - участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.
- Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.
- Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

### **5.5 Методические рекомендации по решению тестовых заданий**

- Тестовая система предусматривает вопросы/задания, на которые обучающийся должен дать один или несколько вариантов правильного ответа из предложенного списка ответов. При поиске ответа необходимо проявлять внимательность.
- При отсутствии какого-либо одного ответа на вопрос, предусматривающий множественный выбор, весь ответ считается неправильным.
- Ответы правильные выделяются в тесте подчеркиванием или любым другим символом.

### **5.6 Методические рекомендации к выполнению РГР.**

- При написании РГР обучающийся должен показать умение работать с литературой, анализировать информационные источники, делать обоснованные выводы.
  - Работа над выбранной темой требует от обучающегося знаний методологии выполнения исследования, творческого подхода, логики, аргументации изложения, отражения личного отношения к исследуемой проблеме, прилежания, профессионализма.
- Порядок выполнения РГР состоит из следующих этапов:
- подбор темы и литературы для ее выполнения;
  - разработка рабочего плана;
  - изучение специальных источников информации;
  - формирование основных теоретических положений, практических выводов и рекомендаций;
  - оформление РГР в соответствии с общими требованиями к оформлению пояснительных записок дипломных и курсовых проектов
  - защита РГР.
  - Важным этапом выполнения РГР является изучение литературных источников. Эта работа начинается с момента выбора темы РГР. В своей работе обучающийся должен показать умение использовать не только специальную техническую литературу, но и экономическую, нормативно-правовые акты, стандарты и ГОСТы.
  - Список литературы должен быть оформлен в строгом соответствии с правилами библиографии. В тексте РГР обязательно должны быть ссылки на используемую литературу. Количество наименований в списке литературы должно быть не менее 15.

### **5.7 Методические рекомендации по подготовке презентации**

#### **Алгоритм создания презентации:**

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап – основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов.

При этом:

- первый слайд – титульный, предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;

- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
  - оставшиеся слайды имеют информативный характер.
- Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

#### **Требования к оформлению и представлению презентации:**

- Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
- Тщательно структурированная информация.
- Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
- Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
- Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
- Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
- Графика должна органично дополнять текст.
- Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

#### **5.8 Методические рекомендации по подготовке доклада**

##### **Алгоритм создания доклада:**

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

#### **5.8 Методические рекомендации по выполнению контрольных работ**

- Контрольная работа является одним из видов учебной работы обучающихся и самостоятельной работы студентов-заочников, формой контроля освоения ими учебного материала по дисциплине, уровня знаний, умений и навыков.

Основные задачи выполняемой работы:

- закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- выработка навыков самостоятельной работы;
- определение степени подготовленности студента к будущей практической работе.
- Контрольная работа – это своеобразный письменный экзамен, который требует серьезной подготовки. При подготовке контрольных работ необходимо руководствоваться тематикой, которую рекомендует преподаватель, выбрав один из вариантов. Варианты контрольных работ распределяются преподавателем дисциплины.
- Письменную контрольную работу желательно представить в печатном виде, формат-А-4, шрифт-14, межстрочный интервал-1,5, поля: верхнее поле – не менее 15 мм, нижнее поле – не менее 15 мм, левое поле – не менее 30 мм, правое поле – не менее 15 мм; нумерация страниц в правом верхнем углу обязательна. Объем работы зависит от дисциплины и определяется преподавателем.

#### **5.8 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена**

- Экзамен осуществляется в рамках завершения изучения дисциплины (модуля) и позволяет определить качество усвоения изученного материала, а также степень сформированности компетенций.
- Обучающиеся обязаны сдавать экзамен в строгом соответствии с утвержденными учебными планами, разработанными согласно образовательным стандартам высшего образования.
- Экзамен принимается по билетам, содержащим два вопроса. Экзаменационные билеты утверждаются на заседании кафедры.
- Экзаменатору предоставляется право задавать студентам вопросы в рамках билета, а также, помимо теоретических вопросов, предлагать задачи практико-ориентированной направленности по программе данного курса.

- При явке на экзамен студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору в начале экзамена.
- Рекомендуется при подготовке к экзамену опираться на следующий план:
  1. Просмотреть программу курса, с целью выявления наиболее проблемных тем, вопросов, которые могут вызвать трудности при подготовке к экзамену.
  2. Темы необходимо изучать последовательно, внимательно обращая внимание на описание вопросов, которые раскрывают ее содержание. Начинать необходимо с первой темы.

**Вопросы для самоконтроля  
по дисциплине «Средства морской радионавигации»**

1. Микропроцессорные датчики навигационной информации. Классификация навигационных датчиков по виду измеряемого параметра. Эксплуатационные характеристики навигационных датчиков.
2. Радионавигационные системы с орбитальными радионавигационными точками. GPS, ГЛОНАСС.
3. Судовая гидроакустическая аппаратура. Устройство гидроакустических систем. Классификация гидроакустических приборов и устройств. Гидролокаторы кругового и секторного обзора, бокового обзора. Эхолоты, профилографы морского дна. Гидроакустические системы позиционирования. Системы LBL, SBL, USBL, LUSBL, GIB.
4. Классические гирокомпасы. Электронные компасы. Фиброоптические гирокомпасы. Спутниковые компасы.
5. Автоматическая информационная (идентификационная) система. АИС при решении задач по предупреждению столкновений судов. АИС при использовании в системах управления движением судов. Ограничения АИС.
6. Измерители скорости и проходимого расстояния. Лаги. Принцип работы. Требования к лагам. Электромагнитные лаги. Гидроакустические корреляционные лаги. Радиодоплеровские лаги.
7. Указатели скорости поворота судна, акселерометры, датчики параметров качки.
8. Судовые навигационно-информационные системы (НИС). Назначение и основные функции. Состав системы. Типы НИС.
9. Информационное обеспечение НИС. Состав данных НИС и методы их хранения. Основные виды информации НИС. Статические и динамические базы данных.
10. ЭКДИС (НИС с электронными картами). Назначение. Структура. Требования ИМО, МЭК, МГО к ЭКДИС. Требования СОЛАС74 к ЭКДИС как альтернатива официальным бумажным картам. Точность радионавигационных измерений, рабочие зоны радионавигационных систем. Погрешности, обусловленные влиянием условий распространения радиоволн. Геометрический фактор.
11. Особенности построения и основные эксплуатационно-технические характеристики СРНС GPS. Формирование навигационных сообщений
12. Особенности построения и основные эксплуатационно-технические характеристики СРНС GLONASS. Формирование навигационных сообщений
13. Понятие целостности спутниковых навигационных систем. Контроль целостности в ИСЗ. Контроль целостности наземным контрольным сегментом. Автономный контроль целостности. Структура системы оперативного мониторинга целостности СНС. Канал передачи информации о целостности

14. Дифференциальный режим спутниковых РНС. Характеристики дифференциального режима, методы дифференциальных определений, средства передачи корректирующей информации.

### **Раздел 1. "Нормативные документы"**

1. Международные организации и документы по использованию радионавигационных средств на море?
2. Радионавигационные средства для определения места судна и оценка окружающей обстановки. Радиотехнические методы определения места судна?
2. Классификация радионавигационных систем. Основные эксплуатационные требования. Оценка точности РНС?
- особенности двигателей этих различных классификационных групп?

### **Раздел 2. " Радиолокационные системы "**

1. Методы радиолокации. Измерение расстояния и направления на объект. Функциональная схема РЛС. Искусственные отражатели. Технические характеристики морских РЛС. Точность, дальность, разрешающая способность?
2. Передающие устройства РЛС. Антенные устройства РЛС их особенности. Приемные устройства РЛС, их особенности. Оконечные устройства. Индикаторы кругового обзора. Индикация истинного движения в судовых РЛС. Устройства оценки опасности ситуации. Судовые станции «Альфа», «Наяда»?
3. Радиолокационные системы с активным ответом. Общая характеристика. Радиолокационные маяки-ответчики. Судовые РЛО. Автоматизация обработки радиолокационной информации. Средства автоматизированной радиолокационной прокладки САРП. Береговые радиолокационные станции и системы управления движением судов. РЛС тренажёры?

### **Раздел 3. " Радиомаяки "**

1. Круговые радиомаяки. Назначение и устройство. Основные характеристики и режимы работы. Маркерные и радиодeviационные радиомаяки. Аэрорадиомаяки, радиостанции ЦТГ и суда службы погоды?
2. Створные радиомаяки. Равносигнальная зона и способы ее формирования. Основные характеристики и особенности использования?
3. Секторные радиомаяки. Принцип действия и устройство. Получение многолепестковых диаграмм направленности. Формирование равносигнальных зон. Принцип определения направления. Методы и приборы для повышения точности счета сигналов. Дальность действия и точность?

### **Раздел 4. " Радиопеленгаторы"**

1. Основы теории радиопеленгования. Классификация радиопеленгаторов. Антенные устройства радиопеленгаторов. Рамочная антенна, штыревая антенна, диаграммы направленности. Антенный эффект рамки и его устранение?
2. Радиопеленгаторы слуховые. Принцип действия. Погрешности, вызываемые радиогониометром. Определение стороны. Устройство и конструкция слухового радиопеленгатора например «Рыбка М». Функциональные и электронные схемы. Пеленгование с помощью радиопеленгатора «Рыбка М». Радиопеленгатор «Баркас»?
3. Радиопеленгаторы визуальные. Двухканальные визуальные радиопеленгаторы. Двухканальные визуальные радиопеленгаторы с коммутацией каналов. Устройство и конструкция визуального радиопеленгатора « Румб». Функциональные и электронные схемы. Погрешно-

сти радиопеленгования. Влияние берегового эффекта. Влияние ночного эффекта?

4. Радиодевиация судового радиопеленгатора. Основы теории радиодевиации. Анализ причин вызывающих радиодевиацию. Коэффициенты постоянной радиодевиации А, В, С, D, F, H. Компенсация радиодевиации. Электрическая компенсация. Механическая компенсация. Способы определения радиодевиации. Вычисления при радиодевиационных работах?

### **Раздел 5. " Автоматическая идентификационная система AIS "**

1. Международные требования. Назначение АИС. Преимущества и ограничения АИС. Общий принцип функционирования АИС. Передаваемая и принимаемая информация АИС. Интенсивность передачи. УКВ каналы АИС. Функционирование АИС на различных информационных уровнях. Модель взаимодействия открытых информационных систем. Физический уровень. Канальный уровень?

2. Сообщения АИС. Работа АИС с аппаратурой дальней связи. Судовая аппаратура АИС. Типы станций АИС. Состав судовой аппаратуры АИС. Отображение информации АИС. Основные узлы станции АИС. Диагностика неисправностей. Особенности установки аппаратуры АИС на морских судах. Использование АИС в системах регулирования движением судов?

### **Раздел 6. " Судовая гидроакустическая аппаратура "**

1. Судовая гидроакустическая аппаратура. Устройство гидроакустических систем. Классификация гидроакустических приборов и устройств. Гидролокаторы кругового и секторного обзора, бокового обзора. Эхолоты, профилографы морского дна. Системы ГСП с длинной базисной линией (LBL системы), ГСП с короткой базисной линией (SBL системы). ГСП с ультракороткой базисной линией (USBL, иногда SSBL системы). ГСП комбинированного типа, например LUSBL система, (LBL системы и SBL системы) – GIB?

2. Гидроакустические системы позиционирования. Состав оборудования SIMRAD HPR309. Транспондеры?

.

### **Раздел 7. " Радионавигационные системы с орбитальными радионавигационными точками "**

1. Принцип построения радионавигационных систем с орбитальными радионавигационными точками (РНТ). Структура РНС с орбитальными РНТ. Характеристика системы орбитальных РНТ. Информационное обеспечение РНС с орбитальными РНТ. Спутниковая РНС ГЛОНАСС. Спутниковая РНС GPS. Спутниковая РНС GALILEO. Интеграция среднеорбитальных СНС. EGNOS, WAAS, MSAS?

2. Радиосигналы в спутниковых РНС. Общие требования к радиосигналам. Особенности радиосигнала в спутниковой РНС ГЛОНАСС. Особенности радиосигнала в спутниковой РНС НАВСТАР. Разделение сигналов в спутниковых РНС?

3. Принцип действия судовой измерительно-вычислительной аппаратуры. Общие характеристики аппаратуры. Измеряемые радионавигационные параметры. Поиск радиосигналов в НИСЗ. Принципы оценки радионавигационных параметров. Решение навигационной задачи?

4. Точность определения координат судна в спутниковых РНС. Характеристика факторов, влияющих на точность определения места судна. Инструментальные погрешности судовой измерительной аппаратуры. Погрешности, обусловленные влиянием условий распространения радиоволн. Геометрический фактор?

5. Дифференциальный режим спутниковых РНС. Общая характеристика дифференциального режима. Методы дифференциальных определений. Средства передачи корректирующей информации. Система мониторинга СРНС?

## **Раздел 8. " Фазовые радионавигационные системы "**

1. Принципы построения фазовых радионавигационных систем. Методы фазовых измерений. Дальномерные и разностно-дальномерные фазовые радионавигационные системы. Методы селекции сигналов. Многозначность фазовых измерений и ее разрешение. Фазовая дорожка. Метод привязки. Метод излучения дополнительных частот. Метод разрешения многозначности при импульсном характере сигналов?
2. Фазовая радионавигационная система с частотной селекцией «Декка». Обеспечение когерентности излучаемых сигналов. Диаграмма излучений станций. Дорожки в системе «Декка». Береговые станции. Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Погрешности, вызванные влиянием отраженного от ионосферы луча. Изолинии точности системы «Декка». Корреляционные связи между результатами измерений?
3. Судовой приёмник «Пирс-2» системы «Декка». Функциональная схема приёмника. Конструкция приёмника. Порядок использования?
4. Фазовая радионавигационная система с временной селекцией «Омега». Принцип действия системы. Береговые станции системы. Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Поправки для компенсации. Влияние условий распространения радиоволн на дальность приёма сигналов станций. Дифференциальная система «Омега». Судовые приёмники системы?

## **Раздел 9. " Импульсные и импульсно-фазовые радионавигационные системы "**

1. Принцип построения импульсных РНС. Методы измерения временных интервалов, используемые в импульсных РНС. Приёмники системы. Состав оборудования. Функциональные и электрические схемы. Цифровой временной модулятор. Преобразователь код-время по принципу сравнения. Принцип действия ИФРНС. ИФРНС «Лоран-С». Структура сигналов береговых станций. Устранение влияния кратных отражений путем фазового кодирования. Огибающая импульса системы «Лоран-С». Влияние условий распространения радиоволн на работу системы. Задержка пространственной волны относительно поверхности для частоты 100 кГц. Система поправок?
2. Судовые приёмники для системы «Лоран-С». Полуавтоматический приёмник КПИ-5Ф. Основные характеристики приёмника, принцип действия. Приемное устройство. Индикатор. Измерительная система приёмника. Автоматическая следящая система. Конструктивное исполнение индикатора. Устройство синхронной фильтрации. Порядок использования приёмника. Автоматические приёмники «Эльдорадо»?

## **Раздел 10. " Электронные компасы "**

1. Состав электронного магнитного компаса. Компас с системой двух магнетометров, блок-схема. Компас с системой трёх магнетометров, блок-схема. Блок-схема электронного компаса, не имеющего подвижных частей. Характеристики электронных МК. Флюкстейт компас «Azimuth 1000». Основные операционные режимы. Источники погрешностей?
2. Фиброоптические (волоконно-оптические) гирокомпасы. Виды ГК и предъявляемые к ним требования. Эксплуатационные стандарты морских гирокомпасов. Статические и динамические погрешности ГК. Принцип определения курса. Оптические кольцевые лазерные гирометры. Фиброоптические (волоконно-оптические) гиродатчики-ФОГ. Принцип работы фиброгирометров. Характеристик фиброоптических гирокомпасов. Базовая конфигурация ФО-гирокомпаса «NAVIGATOR2100». Модуль управления, основной прибор, блок питания и интерфейс. Основные преимущества электронных компасов?
3. Спутниковые компасы. Принцип определения курса. Трёхантенная система спутникового компаса. Состав аппаратуры спутникового компаса и его характеристики. Антенная система,

основной модуль, устройство управления и отображения на примере «Furuno». Технические характеристики. Комплексование с РЛС, САРП, АИС, ЭКДИС?

### **Раздел 11. " Измерители скорости и проходимого расстояния "**

1. Требования к лагом. Классификация. Эксплуатационные требования. Электромагнитные (индукционные) лаги. Основные эксплуатационные характеристики лага ЛЭМ-2?
2. Гидроакустические доплеровские лаги. Классификация. Характеристики «ЛА-53». Гидроакустические корреляционные лаги. Радиодоплеровские лаги?

### **Раздел 12. " Указатели скорости поворота судна, акселерометры, датчики параметров качки "**

1. Датчики скорости поворота судна. Требование ИМО к указателям скорости поворота. Датчики скорости поворота с классическими гироскопами. Фиброоптические УСП. Вибрационные гироскопы. Принцип измерения угловой скорости. Достоинства кольцевых вибрационных ДУС?
2. Акселерометры. Принцип измерения ускорений. Кремневый ёмкостной акселерометр. Характеристики акселерометров. Датчики параметров качки?

### **Раздел 13. " Навигационно-информационные системы "**

1. Электронная отображающая карты информационная система ЭКДИС. Система с электронными картами ЭКС. Перечень технических требований к ЭКДИС. Требования к навигационным картам ЭКДИС. Сертификация ЭКДИС. ЭКДИС\ЭКС?

### **Литература:**

#### **1 Основная литература**

- 1 Михрин, Л. М. Судовое оборудование / Л. М. Михрин. - СПб. : ООО "Морсар", 2010. - 355, с.
2. Березенцев Юрий Сергеевич. Основы радиолокации и устройство судовых РЛС : учеб. пособие для студентов вузов вод. трансп. судовод. спец. / Березенцев Юрий Сергеевич ; Ю. С. Березенцев ; М-во трансп. Рос. Федерации, Федер. агентство мор. и реч. трансп., ФГОУ ВПО "НГАВТ" . - Новосибирск : НГАВТ, 2010. - 108 с.

#### **2.Дополнительная литература**

1. Никитенко, Ю.И., Быков В.И. «Судовые радионавигационные системы». М.:Транспорт,1992.
2. А.В.Василенко, Б.С. Розен «Радионавигационные приборы и системы». М.:Агропромиздат,1986
3. П.П. Власов «Радионавигационные системы» Мурманск МГА, 1994
4. В.Ф. Козулов «Радионавигационные системы с орбитальными радионавигационными точками» Калининград БГА, 2003