



Федеральное агентство по рыболовству
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»
Калининградский морской рыбопромышленный колледж

Утверждаю
Заместитель начальника колледжа
по учебно-методической работе
А.И.Колесниченко

ОП.07 РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ

Методическое пособие для выполнения самостоятельных работ
по специальности

**11.02.03 Эксплуатация оборудования радиосвязи и электрорадионавигации
судов**

МО-11 02 03-ОП.07.СР

РАЗРАБОТЧИК
ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ
ГОД РАЗРАБОТКИ
ГОД ОБНОВЛЕНИЯ

Радиотехническое отделение
В.Я.Марисенков
2022
2025

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.2/26

Содержание

Введение	3
Перечень самостоятельных работ	6
Самостоятельная работа № 1 «Роль отечественных ученых в развитии радиосвязи»	7
Самостоятельная работа № 2 . «Спектр импульсной последовательности»	8
Самостоятельная работа № 3 . «Затухание колебаний в реальном контуре»	10
Самостоятельная работа № 4. «Применение последовательного колебательного контура во входной цепи радиоприемника»	11
Самостоятельная работа № 5 «Способы изменения полосы пропускания колебательного контура»	12
Самостоятельная работа № 6 . «Зависимость входного сопротивления параллельного колебательного контура от способа включения в цепь генератора»	14
Самостоятельная работа № 7 . «Вид АЧХ связанных контуров в зависимости от величины коэффициента связи. Полоса пропускания»	15
Самостоятельная работа № 8 . «Применение режекторных фильтров»	19
Самостоятельная работа № 9. «Пьезоэлектрические и магнитострикционные фильтры»	18
Самостоятельная работа № 10. «Режим смешанных волн в длинной линии. Коэффициент бегущей волны»	21
Самостоятельная работа № 11. «Возбуждение волн в волноводе»	23
Используемые источники литературы	26

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.3/26

Введение

Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся составлены в соответствии с рабочей программой по учебной дисциплине ОП.07 «Радиотехнические цепи и сигналы»

Целью дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» является изучение основополагающих вопросов, связанных с генерированием и преобразованиями сигналов и анализом процессов, протекающих в радиоэлектронных цепях разного назначения.

На первоначальном этапе своего развития вслед за изобретением радио радиотехника решала преимущественно проблемы электросвязи, используя электромагнитные колебания с длинами волн в несколько сотен или тысяч метров. В настоящее время круг применения радиотехники необычайно расширился. Радиосвязь, телевидение, радиоуправление, радиолокация, радионавигация, радиотехнические методы в биологии, медицине, геофизике – далеко не полный перечень областей радиотехники.

Курс «Радиотехнические цепи и сигналы» посвящен изучению следующих вопросов:

- основные способы передачи и приёма сообщений с помощью радиосигналов;
- структура систем радиосвязи;
- основы спектральной теории сигналов;
- назначение, параметры и характеристики линейных цепей сосредоточенного типа, в том числе последовательного и параллельного колебательных контуров, и фильтров;
- назначение, параметры и характеристики линейных цепей распределенного типа с использованием фидерных линий и волноводов;
- назначение, параметры и характеристики нелинейных цепей;
- анализ основных способов генерирования, преобразования, модуляции, детектирования, демодуляции и обработки сигналов.

Для будущего радиоспециалиста важно приобрести основные сведения как о применяемых в этот период, так и о новых перспективных радиоматериалах и радиокомпонентах, создаваемых в нашей стране и за рубежом.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.4/26

Самостоятельная внеурочная работа – это деятельность учащихся во внеурочное время, выполняемая по заданию преподавателя, под его руководством, но без его непосредственного участия. Основой для самостоятельной работы является весь комплекс полученных курсантами знаний. Кроме практической важности, самостоятельная работа имеет большое воспитательное значение, развивая умение самостоятельно добывать знания, закреплять, систематизировать и расширять их; развивает усидчивость и работоспособность; воспитывает культуру учебного труда, воспитывает волю.

Цель внеаудиторной самостоятельной работы;

- *закрепление знания и умения по темам и разделам дисциплины;*
- *расширение знания по отдельным темам;*
- *формирование умения самостоятельного изучения элементов дисциплины, пользование дополнительной и учебной литературой, интернетом;*
- *развитие самостоятельности, организованности, ответственности;*
- *работа над формированием общих и профессиональных компетенций, необходимых для работы в данной специальности.*

Профессиональные компетенции:

ПК 1.1. Осуществлять техническую эксплуатацию систем судовой радиосвязи и электрорадионавигации.

ПК 1.2. Нести радиовахту с использованием процедуры связи в подсистемах Глобальной морской системы связи при бедствии.

ПК 1.3. Вести вахтенный журнал радиостанции и оформлять техническую документацию радиооборудования.

ПК 1.4. Пользоваться программным обеспечением микропроцессоров радиооборудования и методами устранения сбоев программного обеспечения.

ПК 1.5. Проводить профилактическое и регламентируемое техническое обслуживание оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

ПК 2.1 Диагностировать оборудование радиосвязи и средства электрорадионавигации судов при помощи контрольно-измерительных приборов.

ПК 2.2 Определять тип неисправностей в работе оборудования радиосвязи и средств электрорадионавигации судов и методику их устранения.

ПК 2.3 Проводить ремонт судового радиооборудования в море на уровне замены блоков/модулей.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.5/26

ПК 3.1 Осуществлять монтаж оборудования радиосвязи и средств электрорадионавигации судов, включая подведение питающих силовых и сигнальных линий передач и антенн.

ПК 3.2 Осуществлять демонтаж оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

ПК 3.3. Выполнять операции по коммутации и сопряжению отдельных элементов оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

ПК 3.4 Выполнять операции по установке и введению в действие оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется в отдельных тетрадях в виде *конспекта*.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы являются:

- уровень усвоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованность и чёткость изложения ответа.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется с учётом результатов выполнения самостоятельной внеаудиторной работы.

На внеаудиторную самостоятельную работу по дисциплине ОП.07 «Радиотехнические цепи и сигналы» специальности 11.02.03 «Эксплуатация оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов» отводится 39 часов.

При самостоятельной работе с конспектом необходимо внимательно изучить изложенный в конспекте материал, найти, если было задано, этот материал в учебнике и прочитать его. Обратит внимание на более подробное, чем в конспекте, изложение, проверить точность изложения материала в конспекте. Изобразить схему (ы), если это предусмотрено заданием, и проанализировать её (их) работу.

При подготовке к выполнению практического задания или лабораторной работы необходимо самостоятельно изучить методические указания к выполнению работы, в тетради для выполнения практических работ подготовить требуемые рисунки, схемы, таблицы. Продумать ход работы и ожидаемый результат. При такой подготовке к работе учащийся сможет защитить её на уроке.

Цель тематического самостоятельного изучения предложенного материала:

- углубление и расширение теоретических знаний;

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.6/26

- развитие самостоятельности, организованности, ответственности.

При самостоятельном изучении материала рекомендуется изучить план работы, составить конспект, сделать выводы о применении изучаемой темы и устно ответить на предложенные для самопроверки вопросы. Самостоятельная работа выполняется курсантами в отдельных тетрадях и подлежит контролю.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы являются:

- уровень усвоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач в оборудовании;
- обоснованность и чёткость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

Контроль выполнения внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется преподавателем на занятиях. Итоговая оценка по дисциплине выставляется с учетом результатов выполнения внеаудиторной самостоятельной работы.

Перечень самостоятельных работ

№ п/п	Темы самостоятельных работ	Количество часов
1	Самостоятельная работа 1: Роль отечественных ученых в развитии радиосвязи.	4
2	Самостоятельная работа 2: Спектр импульсной последовательности.	4
3	Самостоятельная работа 3: Затухание колебаний в реальном контуре.	4
4	Самостоятельная работа 4: Применение последовательного колебательного контура во входной цепи радиоприемника.	4
5	Самостоятельная работа 5: Способы изменения полосы пропускания колебательного контура.	4
6	Самостоятельная работа 6: Зависимость входного сопротивления параллельного колебательного контура от способа включения в цепь генератора.	4
7	Самостоятельная работа 7: Вид АЧХ связанных контуров в зависимости от величины коэффициента связи. Полоса пропускания	4
8	Самостоятельная работа 8: Пьезоэлектрические и электромеханические фильтры.	4
9	Самостоятельная работа 9: Применение режекторных фильтров.	2
10	Самостоятельная работа 10: Режим смешанных волн в длинной линии. Коэффициент бегущей волны.	2
11	Самостоятельная работа 11: Возбуждение волн в волноводе.	3
Итого		39

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.7/26

Самостоятельная работа № 1 «Роль отечественных ученых в развитии радиосвязи»

Цель работы:

- Формирование умений пользоваться справочной литературой;
- Развитие познавательных способностей;
- Формирование умения самостоятельного изучения вопросов с использованием поисковой сети Интернет.

Методические рекомендации по выполнению работы:

Развитие современной радиосвязи неразрывно связано с именами отечественных ученых. Самым прославленным русским ученым в области радиотехники по праву является А.С. Попов, который 7 мая 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества продемонстрировал созданный им первый радиоприемник – «прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний». Дальнейшие исследования Попова позволили усовершенствовать приемник, повысить его избирательные свойства (1906 г.).

Обратите внимание на дальнейшие разработки и внедрения Рыбкина П.Н. и Троицкого Д.С. Результаты их экспериментов открыли возможность приема телеграфных сигналов.

Одним из основоположников отечественной радиотехники является М.А. Бонч-Бруевич, который в 1918 г. возглавил Нижегородскую радиолaborаторию. Ее сотрудник О.В. Лосев в 1922 г. впервые осуществил идею усиления и генерирования электрических колебаний при помощи п/п детекторов. Рассмотрите основные достижения и внедрения ученых радиолaborатории.

Первые ламповые радиоприемники были разработаны В.М. Лебедевым и Э.Я. Борусевичем в 1922 г. на базе Ленинградской Центральной радиолaborатории. Особое внимание уделите достижениям ученых этой лаборатории (А.В. Кершаков, В.А. Котельников, А.В. Черенков и др.) и дальнейшим разработкам русских ученых 40-х – 80-х г.г., позволившим создать и успешно эксплуатировать целую серию радиоприемников широкого диапазона волн для морской радиосвязи.

Особое внимание обратите на вклад отечественных радиофизиков в развитие и совершенствование современной морской спутниковой связи.

Порядок выполнения работы:

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.8/26

1. Изучите вопрос темы самостоятельной работы и подготовьте конспект по учебникам Криштафовича А.К. «Промышленная электроника» ([4], стр.4-6) и Орехова А.А. «Радиоприемные устройства морского судна» ([5], стр.3-6);

2. Найти дополнительную информацию по изучаемому вопросу в поисковой сети Интернет и сделать выписки в конспект;

3. Ответьте на вопросы для самоконтроля и закрепления темы:

1). Назовите заслуги изобретателя А.С. Попова.

2). Каких результатов удалось достигнуть сотрудникам Нижегородской радиолаборатории М.А. Бонч-Бруевич. Перечислите ученых и их достижения.

3). Кем и когда были разработаны первые ламповые радиоприемники?

4). Перечислите достижения ученых Ленинградской Центральной радиолаборатории.

5). Назовите вклад отечественных радиофизиков в развитие и совершенствование современной морской спутниковой связи.

Самостоятельная работа № 2 . «Спектр импульсной последовательности»

Цель работы:

- Формирование умения самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины, используя дополнительную литературу;
- Закрепление и расширение знаний по теме;
- Отработка умений пользоваться справочной литературой;
- Создание междисциплинарных связей.

Методические рекомендации по выполнению работы:

При изучении этой темы важно рассмотреть виды импульсов радиосигналов (кратковременного всплеска электрического напряжения или силы тока в определённом, конечном временном промежутке).

Кроме временного представления импульсов, наблюдаемого по осциллографу, существует спектральное представление, выраженное в виде двух функций — амплитудного и фазового спектра.

Перед подробным изучением построения спектров необходимо рассмотреть понятие импульсной последовательности и таких ее параметров как длительность

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.9/26

интервала T , частота повторения импульсов F , для последовательностей прямоугольных импульсов два взаимосвязанных друг с другом параметра: скважность Q и коэффициент заполнения. Импульсной последовательностью называется достаточно продолжительная последовательность импульсов, служащая для передачи непрерывно меняющейся информации, для синхронизации или для других целей, а также генерируемых непреднамеренно, например, в процессе искрообразования в коллекторно-щёточных узлах.

Уделите внимание разновидностям импульсных последовательностей в зависимости от их периодичности (периодические и непериодические) и формы (прямоугольные, пилообразные, треугольные и т.п.). Обратите внимание, что спектр периодической последовательности является дискретным и бесконечным для конечной последовательности, конечным для бесконечной. Спектр одиночного импульса является непрерывным и бесконечным. Амплитудный спектр прямоугольного импульса имеет чётко выраженные минимумы по шкале частот, следующие с интервалом, обратным длительности импульса.

Необходимо рассмотреть спектры разных видов импульсной последовательности, их параметры, особенности.

Знание вопросов темы данной работы необходимы для изучения таких дисциплин, как «Радиопередающие устройства», «Радиоприёмные устройства».

Порядок выполнения работы:

1. Изучите вопросы, связанные со спектрами импульсной последовательности по учебникам Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 22-38] и Белоцерковского Г.Б. «Основы радиотехники и антенны» [1, стр. 19-23], а также по учебнику Румянцева К.Е. «Радиотехнические цепи и сигналы» [6, стр. 34-52]. Занесите в конспект тезисы по этой теме.

2. Ответьте на вопросы для самоконтроля и закрепления знаний:

- 1). Дайте определение импульсной последовательности.
- 2). Перечислите, какие параметры характеризуют импульсную последовательность?
- 3). Поясните, что представляет собой спектральное представление сигнала?
- 4). Назовите разновидности импульсных последовательностей в зависимости от их периодичности и формы.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.10/26

5). Изобразите спектры разных видов импульсной последовательности, перечислите их параметры?

Самостоятельная работа № 3 . «Затухание колебаний в реальном контуре»

Цель работы:

- Приобретение навыков работы со справочной литературой;
- Расширение и углубление теоретических знаний;
- Привитие умений анализировать имеющиеся справочные данные;
- Создание междисциплинарных связей.

Методические рекомендации по выполнению работы:

В реальном колебательном контуре, в отличие от идеального контура, часть электромагнитной энергии необратимо преобразуется в тепло. Это преобразование учитывают наличием в контуре так называемого сопротивления потерь. Потеря энергии в контуре влечет за собой постепенное уменьшение амплитуды тока. По этой причине колебания в реальном контуре получили название затухающих.

Рассмотрите подробнее, по какому закону происходит затухание амплитуды тока. Уделите внимание таким параметрам, как коэффициент затухания, постоянная времени контура и логарифмический декремент колебаний.

Следует изучить вопрос, касающийся условия возникновения колебаний в реальном контуре. При этом изучите, как рассчитать это условие аналитически.

Важнейшей характеристикой колебательного контура является добротность, которая в свою очередь также зависит от величины сопротивления потерь. Разберитесь, каков физический смысл добротности. Изучите расчетные формулы, по которым проводится вычисление добротности.

Изучение темы данной работы будет важно при изучении дисциплины «Радиоприемные устройства».

Порядок выполнения работы:

1. Изучите вопрос о затухании колебаний в реальном контуре по учебнику Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 81-85]. Тезисы по изученному материалу занести в конспект лекций.

2. Ответьте на вопросы для закрепления материала темы и самоконтроля:

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.11/26

- 1). Какие колебания называются затухающими? Что понимают под сопротивлением потерь?
- 2). По какому закону происходит затухание амплитуды тока?
- 3). Запишите выражения, с помощью которых проводится расчет таких параметров, как коэффициент затухания и постоянная времени контура.
- 4). Объясните понятие логарифмического декремента колебаний.
- 5). Каков физический смысл добротности?
- 6). Запишите расчетные формулы, по которым проводится вычисление добротности.

Самостоятельная работа № 4. «Применение последовательного колебательного контура во входной цепи радиоприемника»

Цель работы:

- Формирование умения самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины, используя дополнительную литературу;
- Закрепление и расширение знаний по теме;
- Отработка умений пользоваться справочной литературой;
- Создание междисциплинарных связей.

Методические рекомендации по выполнению работы:

Явление резонанса электрических напряжений наблюдается в цепи последовательного колебательного контура, состоящего из емкости (конденсатора), индуктивности и резистора (сопротивления). Явление колебательного резонанса широко используется в радиоэлектронике. В частности, входная цепь любого радиоприемника представляет собой регулируемый колебательный контур. Его резонансная частота, изменяемая с помощью регулировки емкости конденсатора, совпадает с частотой сигнала радиостанции, которую необходимо принять.

Входными цепями (ВЦ) радиоприемника называют цепи, связывающие антенно-фидерную систему с первым усилительным или преобразовательным каскадом приемника.

Обратите внимание на основные назначения ВЦ радиоприемника (передача принятого сигнала от антенны к входу этих каскадов; предварительная фильтрация внешних помех). В случае невысоких требований к избирательности входной цепи применяются одноконтурные ВЦ.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.12/26

Рассмотрите основные параметры входных цепей, такие как коэффициент передачи напряжения, полоса пропускания, избирательность, перекрытие заданного диапазона частот и др.

Знание этих параметров потребуется при изучении таких дисциплин, как «Радиопередающие устройства», «Радиоприемные устройства».

Порядок выполнения работы:

1. Изучите вопрос о назначении и основных характеристиках входной цепи радиоприемника по учебнику Колосовского Е.А. «Устройства приема и обработки сигналов» ([9], стр.59-74). Тезисы по изученному материалу занесите в конспект лекций.

2. Ответьте на вопросы для самоконтроля и закрепления темы:

1). Укажите назначение и перечислите основные характеристики входной цепи радиоприемника.

2). Укажите, по какому соотношению проводится расчет резонансной частоты последовательного колебательного контура входной цепи?

3). Почему настройка контура ВЦ с помощью переменной емкости предпочтительнее настройки переменной индуктивностью?

4). Нарисуйте схемы ВЦ с разными видами связи контура с антенной и объясните назначение элементов.

5). Какими параметрами определяется коэффициент передачи ВЦ? Условия получения максимального коэффициента передачи ВЦ?

6). От чего зависит избирательность ВЦ?

7). От чего зависит ширина полосы пропускания ВЦ?

Самостоятельная работа № 5 «Способы изменения полосы пропускания колебательного контура»

Цель работы:

- Расширение и углубление теоретических знаний;
- Формирование умения самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины, используя дополнительную литературу;
- Создание междисциплинарных связей.

Методические рекомендации по выполнению работы:

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.13/26

Избирательность колебательного контура (как последовательного, так и параллельного) характеризуется таким параметром, как полоса пропускаемых частот $2\Delta f$ или, коротко, полоса пропускания. Её величина определяется как ширина кривой резонанса $U_{\text{вых}}(f)$, и отсчитывается между точками, в которых уровень амплитуды

$U_{\text{твых}}$ составляет $1/\sqrt{2}$ (или 0,707) от максимума, что соответствует снижению мощности в два раза по сравнению с максимальным значением.

Способы изменения полосы пропускания колебательного контура вытекают из расчетного выражения для $2\Delta f$: $2\Delta f = f_0/Q$. Обычно полосу пропускания стараются расширять, не изменяя при этом резонансную частоту контура f_0 . При этом стараются уменьшить добротность Q , которая, в свою очередь зависит от волнового сопротивления ρ и сопротивления потерь $R_{\text{п}}$ ($Q = \rho/R_{\text{п}}$).

Разберитесь, по какой причине понижение волнового сопротивления ρ для расширения полосы пропускания $2\Delta f$ применяется редко. При этом обратите внимание на параметры, входящие в выражение, описывающее ρ .

Также обратите внимание на тот факт, что уменьшить Q для увеличения $2\Delta f$ можно посредством увеличения $R_{\text{п}}$, что возможно сделать двумя путями.

Первый путь увеличения $R_{\text{п}}$ состоит во введении в контур добавочного резистора $R_{\text{д}}$. Изучите схему колебательного контура, в который включен $R_{\text{д}}$. Разберитесь, по какому выражению можно вычислить величину $R_{\text{д}}$. Обратите внимание, как величина $R_{\text{д}}$ зависит от $2\Delta f$ и требуемой полосы пропускания $2\Delta f_{\text{т}}$.

Второй путь увеличения $R_{\text{п}}$ состоит в шунтировании контура резистором $R_{\text{ш}}$. Изучите схему колебательного контура, в который включен $R_{\text{ш}}$. Разберитесь, по какому выражению можно вычислить величину $R_{\text{ш}}$. Обратите внимание, как величина $R_{\text{ш}}$ зависит от $2\Delta f$ и требуемой полосы пропускания $2\Delta f_{\text{т}}$.

Изучение вопроса об изменении полосы пропускания колебательного контура будет важно при изучении параметров входных цепей радиоприемников в курсе дисциплины «Радиоприемные устройства».

Порядок выполнения работы:

1. Изучить вопрос об изменении полосы пропускания колебательного контура и написать конспект, используя учебники Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 108-110] и Белоцерковского Г.Б. «Основы радиотехники и антенны» [1, стр. 101-102].

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.14/26

2. Ответить на вопросы для самоконтроля и закрепления темы:

1). Объясните понятие избирательности колебательного контура.

2). Дайте определение полосы пропускания контура $2\Delta f$. По какому соотношению вычисляется $2\Delta f$?

3). Перечислите, какими способами можно изменить полосу пропускания колебательного контура?

4). Объясните, как влияют волновое сопротивление ρ и сопротивление потерь R_n на изменение добротности Q и соответственно полосу пропускания контура $2\Delta f$?

5). Изобразите схему включения добавочного резистора R_d . Объясните, как величина R_d зависит от $2\Delta f$?

6). Изобразите схему включения шунтирующего резистора R_{sh} . Объясните, как величина R_{sh} зависит от $2\Delta f$?

Самостоятельная работа № 6 . «Зависимость входного сопротивления параллельного колебательного контура от способа включения в цепь генератора»

Цель работы:

- Расширение и углубление теоретических знаний;
- Формирование умения самостоятельного изучения отдельных тем дисциплины, используя дополнительную литературу;
- Формирование умения самостоятельного изучения вопросов с использованием поисковой сети Интернет;
- Создание междисциплинарных связей.

Методические рекомендации по изучению темы:

Параллельный контур питается от источника ЭДС с внутренним сопротивлением R_i , значение которого не должно быть близким к нулю, так как в этом случае контур окажется закороченным ($0 < R_i < \infty$).

Рассмотрите теоретический материал, посвященный расчету входного сопротивления параллельного контура $Z_{вх}$. Обратите внимание, что в выражение для $Z_{вх}$ помимо индуктивных сопротивлений X_L , X_C и активного сопротивления потерь R_n , входит сопротивление R_i . Проведя анализ рассмотренного выражения,

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.15/26

нужно заметить, что значение R_i существенно влияет на форму резонансной кривой $U_{\text{вых}}(f)$.

Чтобы уменьшить влияние R_i на частотно-избирательные свойства контура, применяют неполное включение контура в цепь источника. В зависимости от способа включения индуктивных элементов в цепь контура, различают контуры 1-го, 2-го и 3-го вида. Важно разобраться, как выглядят схемы таких контуров. Далее надо изучить понятия коэффициентов включения индуктивности p_L и емкости p_C . Рассмотрите вопрос о том, какое влияние оказывают значения p_L и p_C на величину входного сопротивления $Z_{\text{вх}}$ и форму резонансной кривой $U_{\text{вых}}(f)$.

Имейте в виду, что глубокое знание этого вопроса будет необходимо при изучении входных цепей радиоприемников в курсе дисциплины «Радиоприемные устройства».

Порядок выполнения работы:

1. Изучить вопрос темы, используя учебники Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 112-115] и Белоцерковского Г.Б. «Основы радиотехники и антенны» [1, стр. 104-109];

2. Найти информацию по изучаемому вопросу в поисковой сети Интернет и сделать выписки в конспект;

3. Ответить на вопросы для самоконтроля и закрепления темы:

1). Назовите параметры параллельного колебательного контура, от которых зависит значение его входного сопротивления $Z_{\text{вх}}$.

2). Какое влияние оказывает внутреннее сопротивление R_i источника ЭДС на величину $Z_{\text{вх}}$?

3). Как влияет внутреннее сопротивление генератора на резонансные кривые параллельного контура?

4). Для чего применяют неполное включение параллельного контура? Как влияет коэффициент включения на входное сопротивление и частотные характеристики контура?

Самостоятельная работа № 7 . «Вид АЧХ связанных контуров в зависимости от величины коэффициента связи. Полоса пропускания»

Цель работы:

- Расширение и углубление теоретических знаний;

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.16/26

- Привитие умений пользоваться технической и справочной литературой;
- Формирование навыков анализировать изучаемый материал;
- Формирование умения самостоятельного изучения вопросов с использованием поисковой сети Интернет;
- Создание междисциплинарных связей.

Методические указания по выполнению работы:

В радиотехнике широко применяется способ выделения полезных сигналов с помощью частотно-избирательных линейных цепей. Такие цепи пропускают лишь колебания с частотами, которые лежат в относительно узкой полосе вокруг некоторой центральной частоты.

Простейшей узкополосной частотно-избирательной системой является колебательный контур. Но как фильтры промежуточной частоты (ФПЧ). Однако одноконтурные узкополосные цепи обладают существенным недостатком — невысокой частотной избирательностью. За границами полосы пропускания значения амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) таких цепей стремятся к нулю недостаточно быстро. Поэтому выходное колебание содержит не только полезный сигнал, спектр которого располагается вблизи максимума АЧХ, но и некоторую, порой значительную долю мешающих сигналов, шумов и т. д.

Для повышения частотной избирательности фильтров используют многоконтурные устройства, в которых удастся получить форму АЧХ, близкую к идеальной (прямоугольной). Простейшим многоконтурным частотно-избирательным фильтром является система двух связанных колебательных контуров. Контур называется связанным, если имеет место переход энергии из одного контура в другой.

Рассмотрите 3 основных разновидности связанных контуров в зависимости от вида связи между ними – трансформаторную, индуктивную и емкостную (рис. 1). Обратите внимание, что наиболее часто в радиотехнике применяется трансформаторная связь.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.17/26

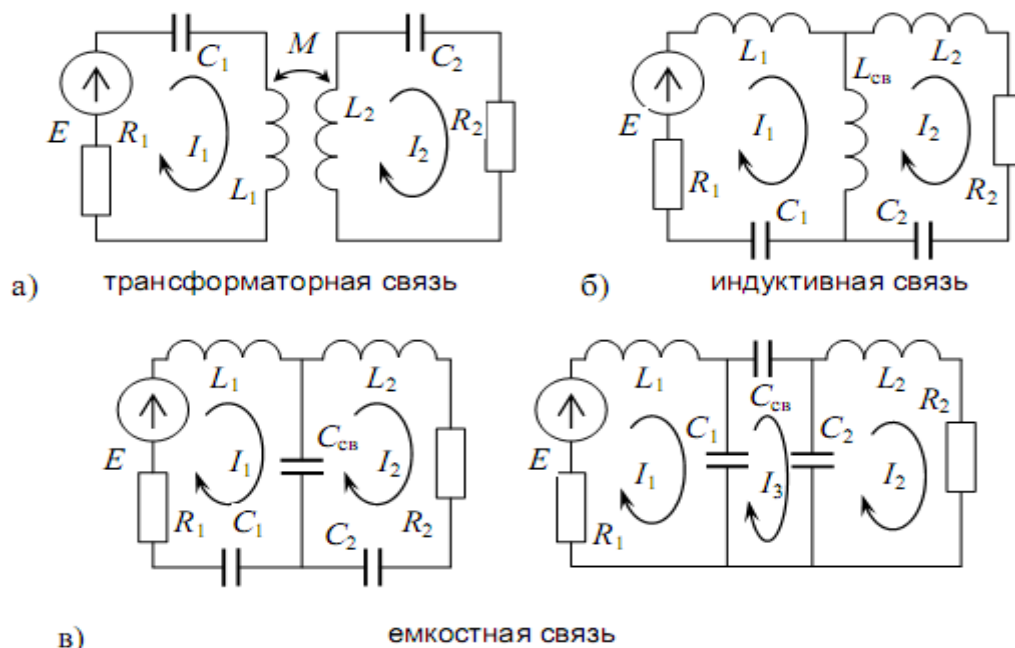


Рис. 1. Виды связи двух колебательных контуров

Далее необходимо разобраться с понятием коэффициента связи, методикой его расчета. Рассмотрите случаи двух частных резонансов в связанных контурах, а также полного и сложного резонанса. Выясните, при каком условии они выполняются. Изучите понятие фактора связи.

Важно разобраться, как величина коэффициента связи влияет на вид АЧХ связанных контуров. Обратите особое внимание на понятия сильной и слабой связи между контурами в зависимости от значения фактора связи. Разберитесь, какой вид имеет при этом АЧХ. Изучите вопрос определения полосы пропускания связанных контуров.

Имейте в виду, что глубокое знание этого вопроса будет необходимо при изучении таких дисциплин, как «Радиопередающие устройства», «Радиоприемные устройства».

Порядок выполнения работы:

1. Изучить вопрос темы, используя учебник Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 116-133];
2. Найти дополнительную информацию по изучаемому вопросу в поисковой сети Интернет и сделать выписки в конспект;
3. Ответить на вопросы для самоконтроля и закрепления темы:
 - 1). В чем состоит первый частный резонанс? При каком условии он выполняется?

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.18/26

2). В чем состоит второй частный резонанс? При каком условии он выполняется?

3). Дайте определение коэффициента связи. Запишите выражение, по которому он вычисляется.

4). Как влияет величина коэффициента связи на вид АЧХ связанных контуров.

5). При каком значении коэффициента связи на АЧХ наблюдается максимальное значение полосы пропускания?

6). Объясните появление провала на резонансной частоте и горбов на частотах связи при сильной связи между контурами.

Самостоятельная работа № 8. «Пьезоэлектрические и магнитострикционные фильтры»

Цель работы:

- Углубление и расширение теоретических знаний;
- Формирование навыков получения информации с использованием поисковой сети Интернет;
- Привитие навыков работы с технической и справочной литературой;
- Создание междисциплинарных связей.

Методические рекомендации по выполнению работы:

Электромеханический фильтр – это фильтр, который обычно используется вместо электронного фильтра радиочастот, и назначение у него такое же: пропускать нужные спектры частот и подавлять остальные. В фильтре используются механические колебания, аналогичные подаваемому электрическому сигналу (это один из типов аналоговых фильтров). На входе и на выходе фильтра стоят электромеханические преобразователи, которые преобразуют электрические колебания сигнала в механические колебания рабочего тела фильтра и обратно.

Обратите внимание на электромеханические преобразователи, которые используются в электромеханических фильтрах – магнитострикционные и пьезоэлектрические. Исходя из этого различают два вида электромеханических фильтров - магнитострикционные и пьезоэлектрические.

При изучении вопроса о магнитострикционных фильтрах следует внимательно рассмотреть принцип работы магнитострикционного преобразователя. Важно разобраться с применением данного вида фильтров.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.19/26

Рассмотрите пьезоэлектрические фильтры – пьезоэлектрический преобразователь, принцип его работы. Обратите внимание, что на свойства преобразователя, в частности добротность, существенное влияние на которую оказывает магнитный материал резонатора (никель, сталь или железо-никелевый сплав).

Порядок выполнения работы:

1. Изучите вопрос об электромеханических фильтрах, используя учебники Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 156-160] и Белоцерковского Г.Б. «Основы радиотехники и антенны» [1, стр. 164-167];
2. В поисковой сети Интернет найдите информацию об электромеханических фильтрах, основные тезисы занесите в конспект.
3. Ответьте на вопросы для самоконтроля и закрепления знаний:
 - 1). Поясните, каково назначение электромеханических фильтров?
 - 2). Назовите основное применение и принцип работы магнитострикционных фильтров.
 - 3). В чем состоит принцип работы пьезоэлектрического преобразователя?
 - 4). Какие факторы оказывают влияние на величину добротности преобразователя в пьезоэлектрических фильтрах?

Самостоятельная работа № 9 . «Применение режекторных фильтров»

Цель работы:

- Углубление и расширение теоретических знаний;
- Привитие умений пользоваться технической литературой;
- Формирование навыков анализировать изучаемый материал;
- Создание междисциплинарных связей.

Методические рекомендации по выполнению работы:

Задача пропускать или задерживать колебания в значительно широком диапазоне частот решается с помощью электрических частотных фильтров, пропускающих без заметного ослабления колебания определенных частот, образующих полосу пропускания, и подавляющих колебания остальных частот, образующих полосу задерживания.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.20/26

Рассмотрите назначение каждого из основных видов фильтров – фильтра нижних частот, фильтра верхних частот, полосового и режекторного фильтров.

Режекторный фильтр - фильтр, который вырезает (ослабляет) сигналы в одном диапазоне частот и пропускает сигналы как на более высоких, так и на более низких частотах.

Обратите внимание на параметры режекторного фильтра – частоты среза, индуктивности и емкости. Рассмотрите схемы заграждающих фильтров – Т-типа и П-типа.

Режекторные фильтры широко применяются в системах связи, в различных измерительных приборах для соответствующего преобразования сигналов. Но на практике это условие бывает трудновыполнимым. Для точной регулировки таких фильтров желательно иметь возможность подстройки частоты среза независимо от коэффициента передачи. Опишите один из примеров применения режекторного фильтра.

Знание вопроса применения режекторного фильтра будет необходимо при изучении таких дисциплин, как «Радиопередающие устройства» и «Радиоприемные устройства».

Порядок выполнения работы:

1. Изучите вопрос, используя учебники Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 134-150] и Белоцерковского Г.Б. «Основы радиотехники и антенны» [1, стр. 158-162];

2. В поисковой сети Интернет найдите информацию о применении режекторного фильтра и основные тезисы занесите в конспект.

Запишите эти справочные данные в конспект.

3. Ответьте на вопросы для закрепления темы и самоконтроля:

1). Поясните, каково назначение фильтров? Назовите разновидности фильтров, их назначение.

2). Опишите назначение режекторных фильтров, перечислите основные его параметры.

3). Изобразите схемы Т- и П-типа заграждающих фильтров.

4). Перечислите сферы применения режекторных фильтров. Опишите один из примеров применения.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.21/26

Самостоятельная работа № 10. «Режим смешанных волн в длинной линии. Коэффициент бегущей волны»

Цель работы:

- Углубление и расширение знаний по теме;
- Привитие навыков работы с технической и справочной литературой;
- Создание междисциплинарных связей;
- Формирование навыков получения информации с использованием поисковой сети Интернет.

Методические рекомендации по изучению темы:

- Длинная линия - это регулярная линия электропередачи, длина которой превышает длину волны колебаний, распространяющихся в ней, а расстояние между проводниками, из которых она состоит, значительно меньше этой длины волны. Она представляет собой двухпроводную симметричную линию, выполненную из антенного канатика. Характерной особенностью длинных линий является проявление [интерференции](#) двух волн, распространяющихся навстречу друг другу. Одна из этих волн создается подключенным к линии генератором электромагнитных колебаний, и называется падающей. Другая волна называется отражённой, и возникает из-за отражения падающей волны от нагрузки, подключенной к противоположному концу линии. Все разнообразие процессов, происходящих в длинной линии, определяется амплитудно-фазовыми соотношениями между падающей и отраженной волнами.

- Необходимо рассмотреть особенности режимов распространения волн в линии – режимы бегущих и стоячих волн, а также режим смешанных волн. Обратите внимание, что последний режим можно рассматривать как наложение режимов бегущих и стоячих волн.

- Особое внимание уделите вопросу параметров, которыми описываются указанные режимы распространения волн. Одним из них является коэффициент бегущей волны. Изучите, каким выражением описывается этот коэффициент, в каких пределах может изменяться.

-

Порядок выполнения работы:

- 1. Изучите вопрос о режиме смешанных волн в длинной линии, используя учебник Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 218-237].

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.22/26

- 2. В поисковой сети Интернет найдите информацию по заданной теме и основные тезисы занесите в конспект.
- 3. Ответьте на вопросы для самоконтроля и закрепления темы:
 - 1). Дайте определение длинной линии.
 - 2). Опишите особенности режимов распространения волн в линии (режимы бегущих и стоящих волн, режим смешанных волн).
 - 3). В чем состоит режим смешанных волн?
 - 4). Назовите основные параметры, которыми описываются режимы распространения волн.
 - 5). Как определяется коэффициент бегущей волны?

Методические рекомендации по изучению темы:

Длинная линия - это регулярная линия электропередачи, длина которой превышает длину волны колебаний, распространяющихся в ней, а расстояние между проводниками, из которых она состоит, значительно меньше этой длины волны. Она представляет собой двухпроводную симметричную линию, выполненную из антенного канатика. Характерной особенностью длинных линий является проявление интерференции двух волн, распространяющихся навстречу друг другу. Одна из этих волн создается подключенным к линии генератором электромагнитных колебаний, и называется падающей. Другая волна называется отражённой, и возникает из-за отражения падающей волны от нагрузки, подключенной к противоположному концу линии. Все разнообразие процессов, происходящих в длинной линии, определяется амплитудно-фазовыми соотношениями между падающей и отраженной волнами.

Необходимо рассмотреть особенности режимов распространения волн в линии – режимы бегущих и стоящих волн, а также режим смешанных волн. Обратите внимание, что последний режим можно рассматривать как наложение режимов бегущих и стоячих волн.

Особое внимание уделите вопросу параметров, которыми описываются указанные режимы распространения волн. Одним из них является коэффициент бегущей волны. Изучите, каким выражением описывается этот коэффициент, в каких пределах может изменяться.

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.23/26

Порядок выполнения работы:

1. Изучите вопрос о режиме смешанных волн в длинной линии, используя учебник Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 218-237].
2. В поисковой сети Интернет найдите информацию по заданной теме и основные тезисы занесите в конспект.
3. Ответьте на вопросы для самоконтроля и закрепления темы:
 - 1). Дайте определение длинной линии.
 - 2). Опишите особенности режимов распространения волн в линии (режимы бегущих и стоящих волн, режим смешанных волн).
 - 3). В чем состоит режим смешанных волн?
 - 4). Назовите основные параметры, которыми описываются режимы распространения волн.
 - 5). Как определяется коэффициент бегущей волны?
 - 6). В каких пределах может изменяться значение коэффициента бегущей волны? От чего оно зависит?

Самостоятельная работа № 11. «Возбуждение волн в волноводе»

Цель работы:

- Углубление и расширение знаний по теме;
- Привитие навыков работы с технической и справочной литературой;
- Создание междисциплинарных связей;
- Формирование навыков получения информации с использованием поисковой сети Интернет.

Методические рекомендации по изучению темы:

Волновод – это линия передачи СВЧ, описываемая телеграфным уравнением, служащая для передачи радиоизлучения.

Возбуждением волновода называется создание в нем высокочастотного электромагнитного поля. Свободные волны волновода (Е-, Н-, Т-волны) – это возможные поля при отсутствии внешних энергетических связей. Созданные электромагнитные поля представляют собой следствие действия источников. При

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.24/26

определенных условиях вынужденное поле в волноводе может быть очень близким по строению к свободному полю того или иного типа.

Внимательно рассмотрите способы, посредством которых может быть осуществлено возбуждение в волноводе волны заданного типа. Обратите внимание, что при этом могут быть использованы следующие возбуждающие устройства:

1) устройство, которое создает в некотором сечении волновода электрическое поле, совпадающее по направлению электрических силовых линий с полем волны желаемого типа;

2) устройства, которое создает магнитное поле, совпадающее по направлению силовых линий с магнитным полем волны желаемого типа;

3) устройства, создающего в стенках волновода высокочастотные токи, направление и распределение которых на некотором участке волновода совпадают с токами волны желаемого типа.

Внимательно рассмотрите следующие типы возбуждающие устройства – штыревые, рамо расположению этих устройств относительно волновода, так как этот фактор особенно важен для наиболее эффективного возбуждения полей. Изучите условия возбуждения волн в волноводах.

Порядок выполнения работы:

1. Изучите вопрос о возбуждении волн в волноводе, используя учебник Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3, стр. 242-250].

2. В поисковой сети Интернет найдите информацию по заданной теме и основные тезисы занесите в конспект.

3. Ответьте на вопросы для самоконтроля и закрепления темы:

1). Дайте определение волновода.

2). Что подразумевается под возбуждением волн в волноводе?

3). Перечислите способы, посредством которых может быть осуществлено возбуждение в волноводе волны заданного типа.

4). Назовите типы возбуждающих устройств, применяемых для возбуждения волн в волноводе?

5). Назовите наиболее применяемые виды намоток катушек и в чем их особенности?

6). Как необходимо расположить штырь относительно волновода для наиболее эффективного возбуждения полей?

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.25/26

7). Как необходимо расположить рамку относительно волновода для наиболее эффективного возбуждения полей?

8). Перечислите условия возбуждения волн в волноводах.

чные (петлевые) и щелевые. При этом особое внимание уделите

МО-11 02 03-ОП.07.СР	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.26/26

Используемые источники литературы

Виды источников	Наименование рекомендуемых учебных изданий
Основные	Каганов, Вильям Ильич. Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Каганов. - Москва : ФОРУМ: Инфра-М, 2019. Мощенский, Ю. В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы : учебное пособие / Ю. В. Мощенский, А. С. Нечаев. - 5-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 216 on-line Украинцев, Ю. Д. Основы электрорадиотехники : учебное пособие / Ю. Д. Украинцев. - Москва : КноРус, 2022. - 355 on-line. - (Среднее профессиональное образование). Гимпелевич, Ю. Б. Радиотехнические цепи и сигналы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Б. Гимпелевич. - Севастополь : Севастопольский государственный университет, 2020
Дополнительные, в т.ч. курс лекций по учебной дисциплине, методические пособия и рекомендации для выполнения практических занятий, лабораторных и самостоятельных работ	Румянцев К.Е., Землянухин П.А., Окорочков А.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования/. – М: Издательский центр «Академия», 2009. Методические рекомендации для выполнения самостоятельных работ
Электронные образовательные ресурсы	1. ЭБС «Book.ru», https://www.book.ru 2. ЭБС «ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru 3. ЭБС «Академия», https://www.academia-moscow.ru 4. Издательство «Лань», https://e.lanbook.com 5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», https://www.biblioclub.ru
Периодические издания	Журнал «Радио»; Журнал «Эксплуатация морского транспорта»; Журнал «Морские вести России»; Журнал «Морской Флот»; Журнал «Стандарты и качество». Научно-технический сборник российского морского регистра судоходства.