



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.16 Радиоавтоматика

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль): Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: физики, радиотехники и электроники

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4	-	-
Семестр/триместр	8	-	-

Лекции	12	-	-
Лабораторные занятия	22	-	-
Практические (семинарские) занятия	-	-	-
Консультации	-	-	-
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет-0,2	-	-
Контроль	-	-	-
Иные формы работы	-	-	-
Самостоятельная работа	73,8	-	-

Всего часов: 108

Трудоемкость: 3 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:
кандидат педагогических наук, доцент _____ Зайцева И.Н.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: овладение основами теории автоматического управления физическими величинами в цепях радиоэлектронных устройств, методами анализа и синтеза систем автоматического управления.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов знаний о системах автоматического регулирования в обеспечении эффективной работы РЭС;
- овладение принципами функционирования, методами анализа и синтеза аналоговых и цифровых электронных устройств, входящих в радиоавтоматические системы;
- овладение навыками проведения анализа линейных, нелинейных и дискретных систем управления при детерминированных и случайных воздействиях.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина Б1.В.04.16 «Радиоавтоматика» реализуется в рамках модуля 5 «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов» части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-1 Способен к техническому обслуживанию, настройке и эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств, настройке программных средств, используемых при техническом обслуживании и эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств	Знать: - основы теории функционирования радиотехнических систем передачи информации; - характеристики, принцип действия, конструкцию сложных функциональных узлов радиотехнических комплексов и устройств; - теорию и практику эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств.	Знать: - структуру, состав и назначение основных систем радиоавтоматики - принципы построения и классификации систем радиоавтоматики. методы создания математических моделей систем радиоавтоматики.
	Уметь: - монтировать и настраивать составные части радиотехнических комплексов и	Уметь: - проводить анализ линейных, нелинейных и дискретных систем радиоавтоматики при

	<p>устройств; - проводить мониторинг технического состояния радиотехнических комплексов и устройств по основным показателям</p>	<p>детерминированных и случайных воздействиях;</p>
	<p>Владеть: - навыками регулировки и мониторинга технического состояния радиотехнических комплексов и устройств; - навыками настройки программных средств, используемых при техническом обслуживании и эксплуатации радиотехнических комплексов и устройств; - навыками использования контрольно-измерительного оборудования для диагностики состояния радиотехнических комплексов и устройств.</p>	<p>Владеть: методами использования способов практической оценки и обеспечения необходимых качественных показателей устройств РА: устойчивость, точность, качество в переходном режиме, помехоустойчивость.</p>

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

	Наименование разделов и тем	Всего астроном. часов / академ. часов	Аудиторные занятия			Сам. раб. астроном. часов / академ. часов
			ЛК астроном. часов / академ. часов	ПЗ астроном. часов / академ. часов	ЛБ астроном. часов / академ. часов	
	Раздел 1. Принципы построения и классификация систем радиоавтоматики.	55	7	-	10	38
1.	Тема 1. Типовые системы радиоавтоматики	9	1	-	-	8
2.	Тема 2. Математическое описание автоматических систем	12	2	-	-	10
3	Тема 3. Типовые входные сигналы	10	2	-	-	8
4.	Тема 4. Типовые линейные звенья и их соединения	24	2	-	10	12
	Раздел 2. Функциональные и структурные схемы систем радиоавтоматики	36	4	-	8	24
5.	Тема 5. Система фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ)	14	2	-	-	12
6.	Тема 6. Структурная схема обобщенной типовой) системы радиоавтоматики	22	2	-	8	12
	Раздел 3. Импульсные системы радиоавтоматики	17	1	-	4	12
7.	Тема 7. Исследование статических и динамических характеристик импульсных устройств	16,8	1	-	4	11,8
	Контроль:	-	-	-	-	-
	Консультации	-				
	Форма отчетности: зачет	0,2				
	Итого за 8 семестр	108	12	-	22	73,8

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей) и осуществляется с помощью следующих оценочных средств: собеседование, тесты и лабораторные работы. Внутрисеместровая аттестация проводится в форме контрольной работы.

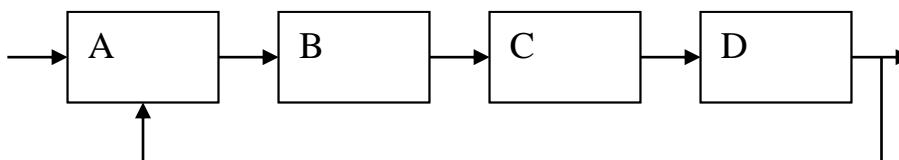
Типовой вариант контрольной работы Тестовые задания

1. Какой математический аппарат используется для описания статической модели?

Ответы:

- 1) Алгебраические уравнения.
- 2) Дифференциальные уравнения.
- 3) Передаточные функции.
- 4) Частотные характеристики.

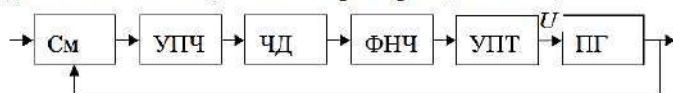
2. Структурная схема системы АПЧГ имеет вид:



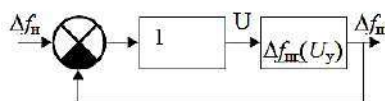
Выберите из перечня блоков нужные и разместите их в порядке следования.

Блоки: 1) ФНЧ, 2) УПТ, 3) ПГ, 4) СМ, 5) УВЧ, 6) ЧД, 7) ФД, 8) АД.

3. Для системы ЧАПЧ, схема которой приведена ниже,



статическая модель имеет вид:



Каким соотношением описывается блок 1?

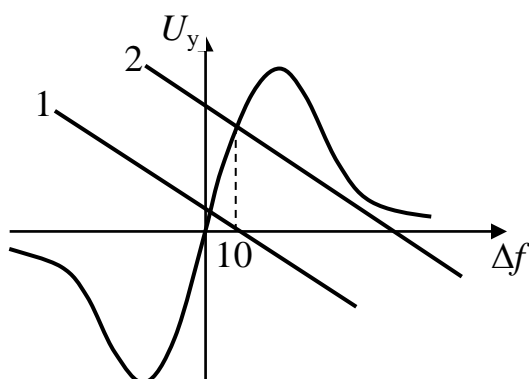
Ответы: 1. $U = U_{\text{зд}}(\Delta f)$;

2. $U = U_{\text{уп}}(K_{\text{уп}} \Delta f)$;

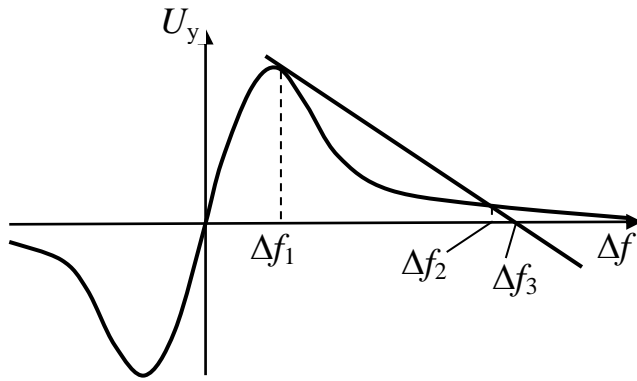
3. $U = K_{\text{уп}} U_{\text{зд}}(\Delta f)$;

4. $U = K_{\text{уп}} U_{\text{зд}}(\Delta f - \Delta f_{\text{н}})$.

4. Какая из линий, 1 или 2 построена для начальной расстройки, равной 10?

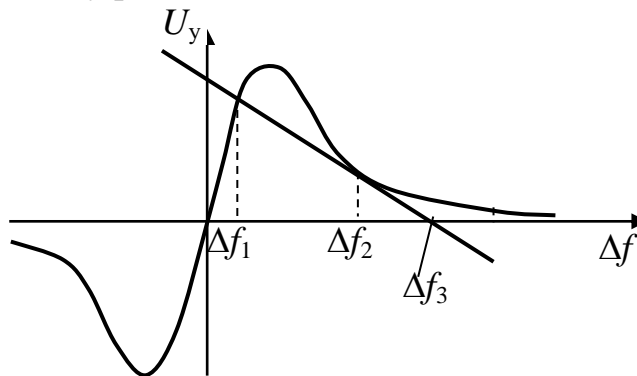


5. Чему равна полоса удержания?



Ответы: 1) Δf_1 ,
2) Δf_2 ,
3) Δf_3 ,

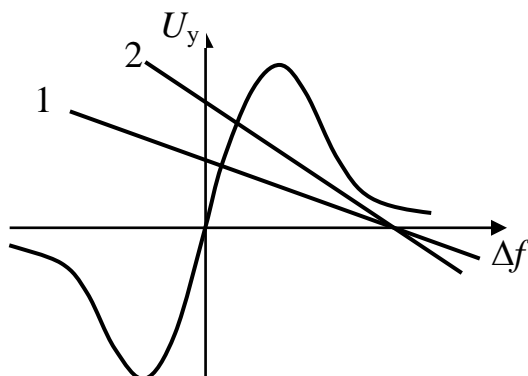
6. Чему равна полоса захвата?



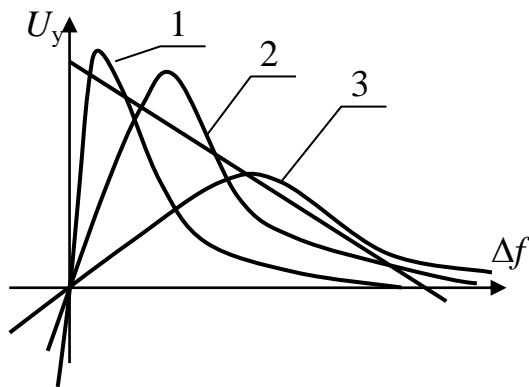
1. Δf_1 ,
2. Δf_2 ,
3. Δf_3 .

Ответы: 1) Δf_1 ,
2) Δf_2 ,
3) Δf_3 ,

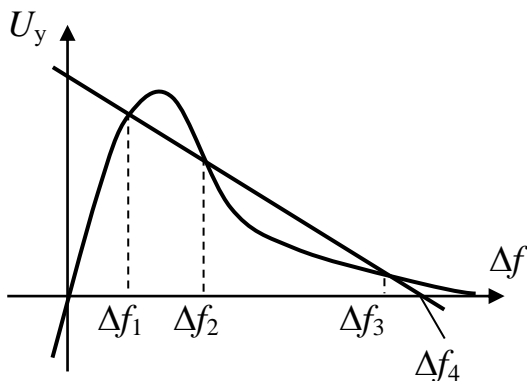
7. Какая из линий, 1 или 2, соответствует большему коэффициенту передачи перестраиваемого генератора?



8. При какой характеристике частотного дискриминатора, 1, 2 или 3, полоса удержания будет максимальной?



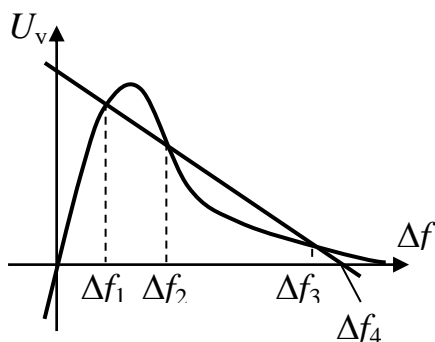
9. Чему равна расстройка в установившемся режиме, если начальная расстройка изменялась от больших значений к меньшим?



1. Δf_1 ,
2. Δf_2 ,
3. Δf_3 ,
4. Δf_4 .

Ответы: 1. Δf_1 ,
2. Δf_2 ,
3. Δf_3 ,
4. Δf_4 .

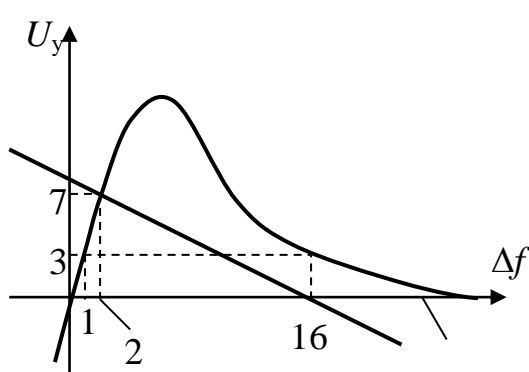
10. Чему равна расстройка в установившемся режиме, если начальная расстройка изменялась от меньших значений к большим?



Ответы: 1. Δf_1 ,
2. Δf_2 ,

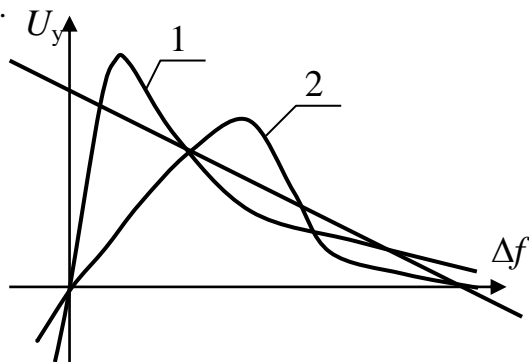
3. Δf_3 ,
4. Δf_4 .

11. По графическому решению системы уравнений строится статическая характеристика $\Delta f_{уст}(\Delta f_H)$. Чему равна вертикальная координата точки на этой характеристике, если начальная расстройка равна 16?



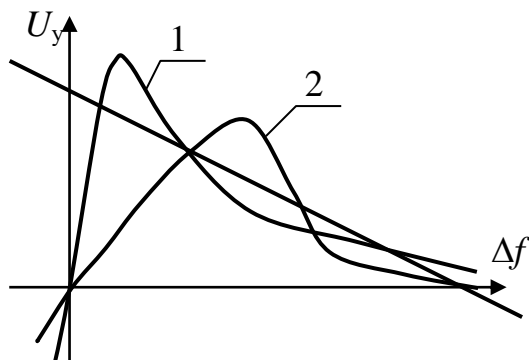
1. 7;
2. 3;
3. 2;
4. 1.

12. Как изменится полоса захвата, если форма дискриминационной характеристики ЧД изменится от 1 к 2?



Ответы: 1) увеличится,
2) уменьшится,
3) не изменится

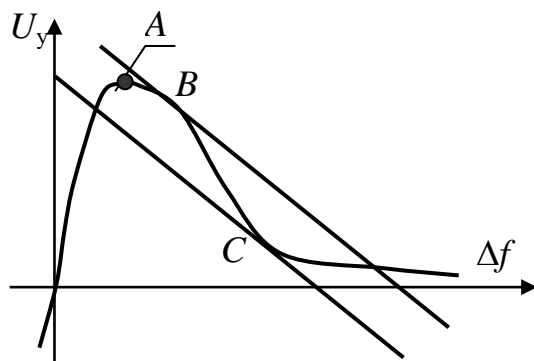
13. Как изменится полоса удержания, если форма дискриминационной характеристики ЧД изменится от 1 к 2?



Ответы: 1) увеличится,
2) уменьшится,

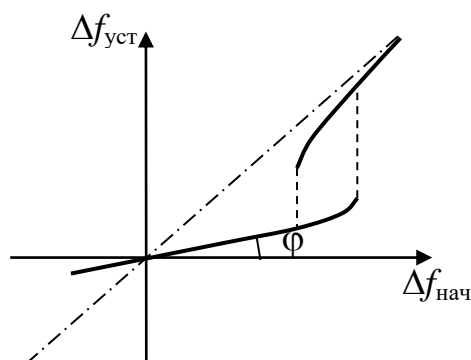
3) не изменится.

14. Укажите участки дискриминационной характеристики ЧД, которые соответствуют отрицательной обратной связи.



Ответы: 1) OA ,
 2) OB ,
 3) OB и CD ,
 4) BC ,
 5) $ABCD$.

15. Как связан коэффициент автоподстройки $K_{ап}$ с углом наклона статической характеристики φ ?



1. $K_{ап} = \sin \varphi$;
2. $K_{ап} = \cos \varphi$;
3. $K_{ап} = \operatorname{tg} \varphi$;
4. $K_{ап} = \operatorname{ctg} \varphi$.

16. Каким соотношением связан коэффициент автоподстройки $K_{ап}$ с параметрами системы?

Ответы: 1) $K_{ап} = K_{чд} K_{упт} K_{пг} + 1$;
 2) $K_{ап} = K_{чд} K_{упт} K_{пг} - 1$;
 3) $K_{ап} = 1 / (K_{чд} K_{упт} K_{пг} + 1)$.

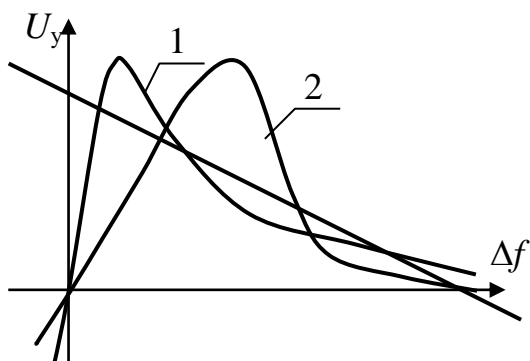
17. Полоса захвата – это

1. начальная расстройка, при которой система ЧАПЧ входит в режим автоподстройки.
2. диапазон частот входного сигнала, внутри которого система ЧАПЧ находится в режиме автоподстройки.
3. максимальное отклонение частоты гетеродина при входе системы ЧАПЧ в режим автоподстройки.

18. Коэффициент автоподстройки – это

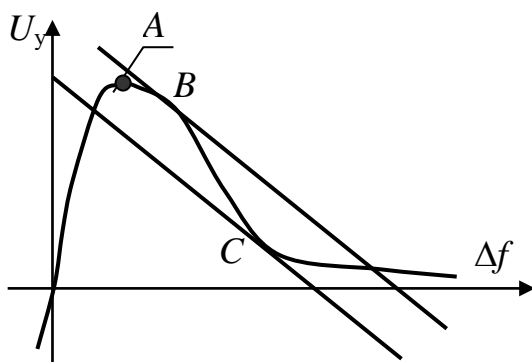
1. отношение изменения частоты входного сигнала к изменению частоты гетеродина.
2. отношение расстройки в установившемся режиме к начальной расстройке.
3. отношение изменения частоты гетеродина к начальной расстройке.
4. отношение начальной расстройки к расстройке в установившемся режиме.

19. Дискриминационная характеристика ЧД изменилась из 1 в 2. Как изменился коэффициент автоподстройки?



Ответы: 1) увеличится,
2) уменьшится,
3) не изменится.

20. На каком участке дискриминационной характеристики ЧД обратная связь будет положительной и коэффициент передачи по петле больше 1

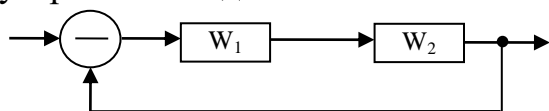


1. OA ;
2. AB ;
3. BC ;
4. CD .

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов:

Вопросы к зачету (8 семестр, очная форма обучения)

1. Основные понятия теории АРУ. Виды автоматического управления. Классификация САУ. Адаптивные САУ.
2. Коррекция САУ. Виды коррекции. Методы синтеза корректирующих устройств. Виды желаемой ЛАЧХ.



$$W_1 = \frac{10}{0,02\rho + 1}; \quad W_2 = e^{-\rho\tau}$$

Найти значение τ , при которых система устойчива.

3. Типовая схема и принцип действия САР. Схема регулирования узловой скорости вращения вала двигателя. Типовые воздействия на САУ. Их взаимосвязь.
4. Синтез последовательного корректирующего устройства по ЛАЧХ. Выбор желаемой ЛАЧХ. Пример коррекции.
5. Найти значения при которых система устойчива.

$$W(\rho) = \frac{\rho^4 + 4\rho + 8}{5\rho^4 + 10\rho^3 + 2\rho^2 + \rho + k + 1}$$

6. Соединение линейных звеньев. Определение передаточных функций и других характеристик.
7. Найти оптимальную передаточную функцию звена, если спектральная плотность полезного сигнала $S_U = \frac{6}{4 + \omega^2}$, спектральная плотность помехи $S_f = \frac{1}{1 + \omega^2}$, передаточная функция эталонной системы $W_N = 10$. Сигнал и помеха не коррелированы. Синтез провести с учетом работоспособности и физической реализуемости.
8. Определение передаточной функции звена по экспериментальным частотным характеристикам (2 метода).
9. Датчики и усилители, как элементы САУ.
10. Найти передаточную функцию и комплексный коэффициент передачи по огибающей модулированного сигнала, если

$$W(p) = \frac{p^2 + 3p + 10}{p^3 + 2p^2 + 4p + 10}$$

Несущая частота $\omega_0 = 10^6 \text{ 1/сек}$.

11.Сравнивающие характеристики и исполнительные устройств, как реальные элементы САУ (различители уровня, частоты, фазы). Усилитель, как элемент САУ.

12.Оценить устойчивость по критериям Рауса и Гурвица, если передаточная функция имеет вид

$$W(p) = \frac{0,1p + 4}{p^3 + 2p^2 + 5p + 10}$$

13.Найти оптимальную передаточную функцию САУ при наличии помехи, если спектральная плотность полезного сигнала $S_U = \frac{1}{4 + \omega^2}$, спектральная плотность помехи $S_f = \frac{1}{1 + \omega^2}$, передаточная функция эталонной системы $W_{\text{эТ}} = 1$. Сигнал и помеха не коррелированы. Синтез провести с учетом физической реализуемости и устойчивости.

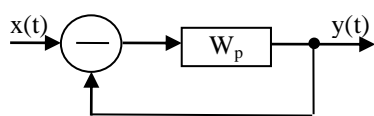
14.Функциональные и структурные схемы САУ. Переход от функциональной схемы к структурной (на примере системы АПЧ).

15.Общая передаточная функция САУ. Ее использование для анализа системы. Ее связь с дифференциальным уравнением.

16.Оценить устойчивость замкнутой системы по критерию Найквиста, если передаточная функция разомкнутой системы имеет вид

$$W_p(p) = \frac{10(0,1p + 1)}{(0,01p + 1)(0,02p + 1)(0,03p + 1)}$$

17.Найти ошибку установившегося режима $\varepsilon(t)$ и выходной сигнал в установившемся режиме $U_{\text{быХ}(t)}$.



$$X(t) = t^3 + 2t^2 + 3t + 4$$

$$W_p(\rho) = \frac{5}{0,1\rho^3 + 0,2\rho^2 + \rho + 5}$$

18.Правила преобразования функциональных схем. Передаточная функция по возмущению.

19.Общие понятия об устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости.

20.Критерий устойчивости Михайлова. Сравнить его с алгебраическими критериями.

21. Найти оптимальную передаточную функцию звена, если спектральная плотность полезного сигнала $S_u = \frac{4}{9 + \omega^2}$, спектральная плотность помехи $S_f = \frac{1}{1 + \omega^2}$, передаточная функция эталонной системы $W_{\text{эТ}} = 1$. Сигнал и помеха не коррелированы. Синтез провести с учетом устойчивости.
22. Определить передаточную функцию по асимптотической ЛАЧХ, построить ФЧХ.
23. Системы РА.
24. Разомкнутые системы.
25. Системы радиоавтоматики с управлением по задающему воздействию и по возмущению.
26. Замкнутые системы радиоавтоматики.
27. Комбинированные системы.
28. Система АПЧ.
29. Система ФАПЧ.
30. Система автоматического сопровождения цели.
31. Система АРУ.
32. Классификация систем РА: по алгоритму функционирования, по свойствам в установившемся режиме, по способу настройки, по режиму работы.
33. Основные характеристики систем РА: общее уравнение работы, передаточная функция, импульсная функция.
34. Основные характеристики систем РА: переходная характеристика, комплексный коэффициент передачи.
35. Типовые звенья систем РА: безинерционное, интегрирующее,
36. Типовые звенья систем РА: колебательное, дифференцирующее.
37. Типовые звенья систем РА: форсирующее, изотропное.
38. Передаточные функции типовых соединений звеньев.
39. Условия устойчивости систем РА.
40. Критерии устойчивости систем РА: необходимый критерий устойчивости, критерий Гурвица.
41. Частотные критерии устойчивости: критерий Михайлова, критерий Найквиста.
42. Запасы устойчивости систем РА. Их определение по логарифмическим частотным характеристикам.
43. Оценка качества систем РА.
44. Показатели качества переходного процесса.
45. Частотный метод анализа качества.
46. Приближенные частотные показатели качества переходного процесса.
47. Анализ точности работы систем РА.
48. Ошибки систем РА в установившемся режиме.
49. Передаточная функция для ошибки по задающему воздействию и по помехе.
50. Передаточные функции типовых соединений звеньев.
51. Условия устойчивости систем РА.

52. Критерии устойчивости систем РА: необходимый критерий устойчивости, критерий Гурвица.
53. Частотные критерии устойчивости: критерий Михайлова, критерий Найквиста.
54. Запасы устойчивости систем РА. Их определение по логарифмическим частотным характеристикам.
55. Оценка качества систем РА.
56. Показатели качества переходного процесса.
57. Частотный метод анализа качества.
58. Приближённые частотные показатели качества переходного процесса.
59. Анализ точности работы систем РА.
60. Ошибки систем РА в установившемся режиме.
61. Передаточная функция для ошибки по задающему воздействию и по помехе
62. Звенья с модулированным сигналом.
63. Косвенные методы оценки качества САУ. Интегральные методы.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Малышев, И.В. Основы систем радиоавтоматики: учебное пособие: / И.В. Малышев, Н.В. Паршина. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2019. – 152 с. - ISBN 978-5-9275-3381-7: ил., схем. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598616>. (дата обращения: 01.09.2020)

4.2. Дополнительная литература

1. Самусевич Г. А. Радиоавтоматика: лабораторный практикум / Г.А. Самусевич. - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. - 49с. – ISBN - 978-5-321-02373-0 [Электронный ресурс]. – URL : http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=276465. (дата обращения: 01.09.2020)

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты	Свободный доступ

		образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	
--	--	--	--

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы осуществляются в специализированной лаборатории, которая содержит типовой комплект учебного оборудования "Радиоавтоматика - линейные непрерывные системы" РА-ЛНС-МРЦ.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.