

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины : формирование базовых навыков применения основных положений теории автоматического управления для решения задач в радиотехнических устройствах и системах. Задачи: подготовка в области радиотехники для профессиональной деятельности в проектно-конструкторской; производственно-технологической; научно-исследовательской; сервисно-эксплуатационной сферах

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математические основы управления» отнесена к части дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений .

Пререквизиты дисциплины: высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, функция комплексной переменной, преобразования Фурье и Лапласа), основы теории цепей, теоретические основы радиотехники.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции ¹	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
УК-1		Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:
	<i>Частичное</i>	Знать: классификацию, принципы автоматического управления и стабилизации; Уметь: проводить синтез структурных схем систем автоматического управления с данными показателями для конкретных условий.
ОПК-1		Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
	<i>Частичное</i>	Знать: методику формализации динамических систем в виде конкретных математических задач. Уметь: составлять схемы систем и их структурные преобразования; Уметь: рассчитывать основные характеристики систем
ПК-1		Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам с использованием пакетов программ
	<i>Частичное</i>	Уметь: применять пакеты Matlab/Simulink и Multisim
	<i>Неполное</i>	Знать: не коммерческие пакеты Octave, SciLab/xCos, LTSpice, Python

¹ Полное или частичное освоение указанной компетенции

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины: 4 зачетных единицы, 144 часа

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации и (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Общие сведения по системам автоматического управления (САУ)	6	1	2	2	-	1	2 / 50	
2	Описание линейных динамических систем и типовые динамические звенья	6	2-4	2	2	4	10	4 / 50	
3	Соединения звеньев и преобразования схем	6	5	2	2	-	8	2 / 50	Рейтинг-контроль 1
4	Передаточные функции САУ в разомкнутом и замкнутом состояниях	6	6-8	2	2	4	10	4 / 50	
5	Нелинейные САУ	6	9	2	2	-	8	2 / 50	
6	Устойчивость САУ и методы ее оценки. Критерии устойчивости	6	10-12	2	2	4	10	4 / 50	Рейтинг-контроль 2
7	Дискретные САУ	6	13	2	2	-	8	2 / 50	
8	Показатели качества работы САУ	6	14-16	2	2	4	10	4 / 50	
9	Цифровые САУ	6	17, 18	2	2	2	8	3 / 50	Рейтинг-контроль 3
Всего за 6 семестр:				18	18	18	63	27 / 50	Экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР				-					
Итого по дисциплине				18	18	18	63	27 / 50	Экзамен (27)

Содержание лекционных занятий

Тема 1. Общие сведения по системам автоматического управления (САУ)

Содержание: структура, предмет и задачи курса; исторический очерк; основные объекты и направления исследований; принципы управления; графическое представление САУ; обратная связь и контур управления; технические САУ и их классификация

Тема 2. Описание линейных динамических систем и типовые динамические звенья

Содержание: способы математического описания САУ (дифференциальное уравнение, передаточная функция); характеристики САУ: динамические (импульсная и переходная), частотные (амплитудная и фазовая); типовые звенья и их динамические и частотные характеристики

Тема 3. Соединения звеньев и преобразования схем

Содержание: соединение звеньев САУ (последовательное, параллельное, с обратной связью), графические преобразования схем

Тема 4 Передаточные функции САУ в разомкнутом и замкнутом состояниях

Содержание: определение динамических и частотных (линейных и логарифмических) характеристик САУ в разомкнутом и замкнутом состояниях

Тема 5. Нелинейные САУ

Содержание: виды нелинейностей, методы гармонической и статистической линеаризации

Тема 6. Устойчивость САУ

Содержание: методы оценки, критерии (корни характеристического полинома, алгебраические, частотные); коррекция САУ, запасы устойчивости, оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам, устойчивость систем с запаздыванием.

Тема 7. Дискретные САУ

Описание: математические модели; Z-преобразование; передаточные функции; разностные уравнения; операторный и комплексный коэффициенты передачи; устойчивость; детерминированные и случайные процессы

Тема 8. Показатели качества работы САУ

Содержание: динамические показатели качества переходного процесса, частотные показатели качества; анализ точности работы систем, средняя квадратическая ошибка системы, действие шума на входе.

Тема 9. Цифровые САУ

Содержание: модель преобразования непрерывного сигнала в цифровой, передаточные функции и частотные характеристики систем; переходные процессы, анализ точности и устойчивости; синтез и цифровые корректирующие устройства; использование современных цифровых аппаратно-программных средств.

Содержание практических занятий

Тема 1. Общие сведения по системам автоматического управления (САУ)

Содержание: основные объекты и задачи исследований; графическое представление САУ

Тема 2. Описание линейных динамических систем и типовые динамические звенья

Содержание: описание САУ: дифференциальное уравнение, передаточная функция; характеристики динамические (импульсная и переходная) и частотные (амплитудная и фазовая); типовые звенья и их характеристики

Тема 3. Соединения звеньев и преобразования схем

Содержание: соединение звеньев: последовательное, параллельное, с обратной связью, графические преобразования схем

Тема 4 Передаточные функции САУ в разомкнутом и замкнутом состояниях

Содержание: определение динамических и частотных линейных и логарифмических характеристик

Тема 5. Нелинейные САУ

Содержание: гармоническая и статистическая линеаризация

Тема 6. Устойчивость САУ

Содержание: оценка устойчивости по корням характеристического полинома, алгебраическим и частотным критериям, запасы устойчивости, оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.

Тема 7. Дискретные САУ

Описание: примеры моделей: передаточные функции; разностные уравнения; операторный и комплексный коэффициенты передачи; устойчивость

Тема 8. Показатели качества работы САУ

Содержание: оценка динамические и частотных показателей качества; анализ точности работы систем.

Тема 9. Цифровые САУ

Содержание: примеры передаточных функции и частотных характеристики систем, аппаратно-программных средств.

Содержание лабораторных занятий

Тема 2. Лабораторная работа 1. Исследование типовых звеньев

Содержание: динамические и частотные характеристики типовых звеньев
Тема 4. Лабораторная работа 2. Исследование преобразований структурных схем
Содержание: определение динамических и частотных характеристик систем
Тема 6. Лабораторная работа 3. Исследование устойчивости систем
Содержание: определение устойчивости систем разными методами
Тема 8. Лабораторная работа 4. Исследование качества процессов регулирования
Содержание: определение параметров в статистической и астатической системах

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «**Математические основы управления**» используются разные образовательные технологии (традиционные и с активными и интерактивными методами).

Активные и интерактивные методы обучения:

групповая дискуссия – обсуждение результатов выполнения заданий на практических занятиях и индивидуальных заданий исследовательского вида по лабораторным работам;
применение имитационных моделей во всех лабораторных работах с использованием сред пакетов Matlab/Simulink и Multisim (по отдельным работам выполнение моделирование систем в свободно доступных (не коммерческих) пакетах Octave, SciLab/xCos, LTSpice, Python).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

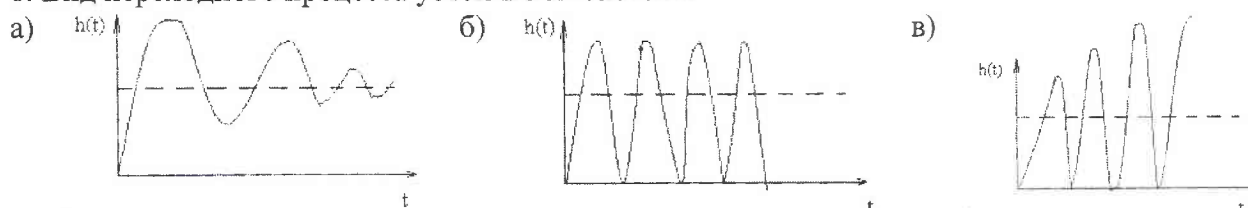
6.1. Рейтинг-контроль 1

1. Порядок астатизма системы
 - а) количество звеньев. б) количество интеграторов в прямой ветви схемы в) общее количество интеграторов в схеме.
2. Звено порядка 2 имеет апериодический режим при корнях характеристического полинома
 - а) действительные положительные б) действительные отрицательные в) комплексно сопряженные
4. Критерий Рауса-Гурвица устойчивости систем относится к классу
 - а) алгебраических б) частотных в) временных
5. Порядок системы автоматического управления определяет
 - а) порядок характеристического полинома б) количество дифференцирующих звеньев. в) количеством интегрирующих звеньев.
6. Характеристический полином системы
 - а) знаменатель передаточной функции б) числитель передаточной функции. в) передаточная функция для ошибки по воздействию.
7. Для последовательного соединения звеньев системы результирующую передаточную функцию получают из передаточных функции звеньев
 - а) сложение б) перемножение в) деление.
8. Для параллельного соединения звеньев системы результирующую передаточную функцию получают из передаточных функции звеньев
 - а) сложение б) перемножение в) деление.
9. Частота среза системы - частота с выполнением условия
 - а) АЧХ системы равна 0,707 . б) АЧХ системы равна 0. в) ФЧХ системы равна 180°.
10. Резонансная частота системы - частота с выполнением условия
 - а) АЧХ системы равна б) АЧХ системы равна 0. в) ФЧХ системы равна 180.

6.2. Рейтинг-контроль 2

1. Необходимое условие устойчивости системы автоматического регулирования
 - а) коэффициенты характеристического полинома равны 0 б) коэффициенты характеристического уравнения > 0 ; в) коэффициенты характеристического уравнения < 0 .
2. По критерию Гурвица система устойчива при всех определителях матрицы
 - а) > 0 ; б) $= 0$; в) < 0 .

3. По критерию Михайлова система находится на границе устойчивости при проходе годографа характеристического вектора через точку
 - а) начало координат; б) $(-1, 0j)$; в) $(1, 0j)$.
4. По критерию Найквиста система не устойчива при охвате годографом АЧХ разомкнутой системы точки с координатами
 - а) $(0; 0j)$; б) $(1; 0j)$; в) $(-1; 0j)$.
5. По теореме о конечном значении установившееся значение выходного сигнала u определяется передаточной функцией системы W
 - а) $W(0)$; б) $W(\infty)$; в) $W(1)$.
6. Установившееся значение выходного сигнала в переходном процессе равно 0 для системы
 - а) статическая; б) астатическая; в) астатическая с порядком > 2 .
7. Установившаяся ошибка астатической системы от приложенного на входе воздействия
 - а) $= 0$; б) пропорциональна коэффициенту передачи системы; в) обратно пропорциональна коэффициенту передачи системы.
8. Вид переходного процесса устойчивой системы

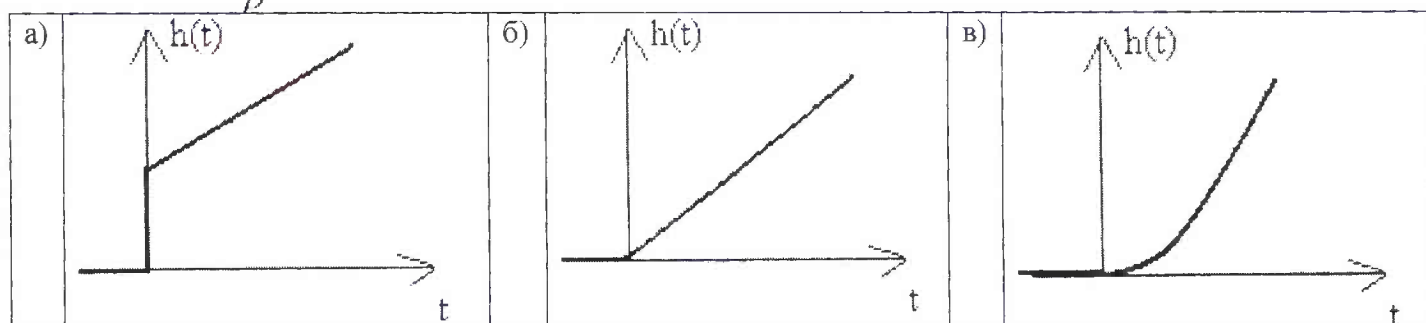


9. Выражение передаточной функции форсирующего звена

а) $W(p) = k(1 + Tp)$; б) $W(p) = \frac{k}{(1 + Tp)}$; в) $W(p) = \frac{kp}{(1 + Tp)}$

10. Вид переходной характеристики издромного звена с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{k(1 + Tp)}{p}$$



6.3. Рейтинг-контроль 3

1. Сигнал управления в разомкнутых системах радиоавтоматики завм=исит
 - а) только от управляющего воздействия; б) от управляющего воздействия и выходного сигнала; в) только от выходного сигнала.
2. Передаточная функция разомкнутой системы при $Y(p)$, $X(p)$, $E(p)$ - изображения по Лапласу выходного сигнала, входного сигнала, ошибки, соответственно.
 - а) $W_p(p) = \frac{Y(p)}{E(p)}$ б) $W_p(p) = \frac{Y(p)}{X(p)}$ в) $W_p(p) = \frac{Y(p)}{E(p) \cdot X(p)}$
3. Передаточная функция замкнутой системы с передаточной функцией прямой части системы $W_p(p)$
 - а) $W_s(p) = \frac{1}{1 + W_p(p)}$ б) $W_s(p) = \frac{W_p(p)}{1 + W_p(p)}$ в) $W_s(p) = \frac{W_p(p)}{1 - W_p(p)}$
4. Передаточная функция по ошибке системы с передаточной функцией прямой части системы $W_p(p)$

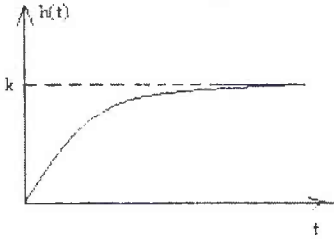
$$\text{a) } W_e(p) = \frac{1}{1 + W_p(p)} \quad \text{б) } W_e(p) = \frac{W_p(p)}{1 + W_p(p)}; \quad \text{в) } W_e(p) = \frac{W_p(p)}{1 - W_p(p)}$$

5. Тип звена с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{1}{1 + Tp}$$

а) интегрирующее; б) безынерционное; в) инерционное.

6. Тип звена с переходной характеристикой

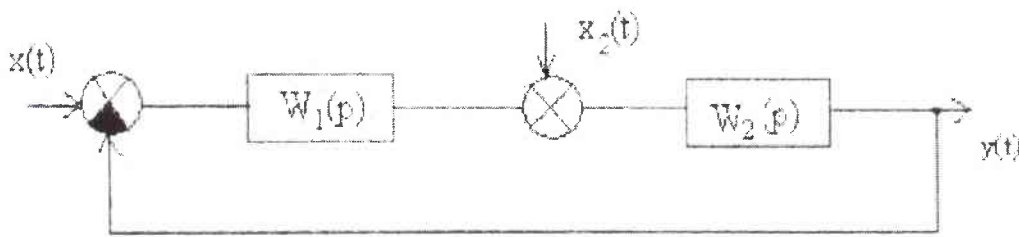


а) интегрирующее; б) инерционное; в) дифференцирующее; г) колебательное.

7. Общая передаточная функция 3 звеньев с передаточными функциями $W_1(p)$, $W_2(p)$, $W_3(p)$ с параллельным соединением.

$$\text{а) } W(p) = W_1(p) + W_2(p) + W_3(p) \quad \text{б) } W(p) = W_1(p) \cdot W_2(p) \cdot W_3(p) \quad \text{в) } W(p) = W_1(p) / W_2(p) / W_3(p)$$

8. Передаточная функция системы для $x_2(t)$



$$\text{а) } W_{x_2}(p) = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p)} \quad \text{б) } W_{x_2}(p) = \frac{W_2(p)}{1 + W_1(p) \cdot W_2(p)}$$

6.4. Вопросы для контроля СРС

1. Определение характеристики разомкнутой системы автоматического регулирования по нулям и полюсам передаточной функции.
2. Связь дифференциального уравнения системы с положением нулей и полюсов передаточной функции.
3. Определение схемы системы по нулям и полюсам передаточной функции.
4. Определение передаточной функции замкнутой системы по передаточной функции разомкнутой.
6. Определение переходной функции системы.
7. Определение амплитудно-фазовой характеристики системы по передаточной функции.
8. Поиск ЛАЧХ системы.
9. Метод построения асимптотической ЛАЧХ.
10. Определение характеристического полинома разомкнутой и замкнутой систем.
11. Необходимое условие устойчивости замкнутой системы.
12. Алгебраический критерий устойчивости систем. Метод построения определителей.
13. Определение критических с точки зрения устойчивости параметров системы с использованием алгебраического критерия.
14. Построение годографа Михайлова замкнутой системы.
15. Определение устойчивости системы по годографу Михайлова.
16. Построения годографа Найквиста для статических и астатических систем.
17. Определение устойчивости системы по критерию Найквиста.
18. Определение частоты среза и резонансной частоты системы по годографу Найквиста.

19. Определение частоты среза и резонансной частоты системы по ЛАЧХ.
20. Определение устойчивости системы по ЛАЧХ.
21. Поиск запаса устойчивости системы по АФХ и ЛАЧХ.
22. Графическое отражение коррекции устойчивости системы по АФХ и ЛАЧХ.
23. Методы коррекции неустойчивых систем.

6.5. Вопросы к экзамену

1. Основные объекты и направления исследований
2. Принципы управления
3. Графическое представление САУ
4. Обратная связь и контур управления
5. Технические САУ и их классификация
6. Описание линейных динамических систем
7. Типовые динамические звенья
8. Математическое описание САУ: дифференциальное уравнение, передаточная функция
9. Характеристики САУ: динамические и частотные
10. Динамические характеристики САУ: импульсная и переходная
11. Частотные характеристики САУ: амплитудная и фазовая
12. Типовые звенья и их динамические и частотные характеристики
13. Звенья пропорциональное и с задержкой
14. Звенья интегрирующее и инерционное порядка 1
15. Дифференцирующее и форсирующее звенья
16. Звено порядка 2
17. Соединение звеньев: последовательное, параллельное, с обратной связью
18. Графические преобразования схем САУ
19. Передаточные функции САУ в разомкнутом и замкнутом состояниях
20. Определение динамических и частотных (линейных и логарифмических) характеристик САУ в разомкнутом и замкнутом состояниях
22. Устойчивость САУ
23. Методы оценки и критерии устойчивости
24. Алгебраические критерии устойчивости
25. Частотные и критерии устойчивости
26. Коррекция САУ
27. Запасы устойчивости
28. Оценка устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам
29. Устойчивость систем с запаздыванием
30. Показатели качества работы САУ
31. Динамические показатели качества переходного процесса
32. Частотные показатели качества
33. Анализ точности работы систем
34. Средняя квадратическая ошибка системы
35. Действие шумов на входе САУ.
36. Нелинейные САУ и виды нелинейностей
37. Методы гармонической и статистической линеаризации
38. Дискретные САУ и их математические модели
39. Передаточные функции и разностные уравнения дискретных САУ
40. Операторный и комплексный коэффициенты передачи дискретных САУ
41. Устойчивость дискретных САУ
42. Детерминированные и случайные процессы в дискретных САУ
43. Цифровые САУ и модель преобразования непрерывного сигнала в цифровой
44. Передаточные функции и частотные характеристики цифровых САУ
45. Переходные процессы в цифровых САУ
46. Анализ точности и устойчивости цифровых САУ
47. Синтез и цифровые корректирующие устройства цифровых САУ
48. Использование современных цифровых аппаратно-программных средств в САУ.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров в изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
1. Петрова А.М. Автоматическое управление: Учебное пособие / А.М. Петрова. - М.: Форум, 2010.-240 с.: ил. ISBN 978-5-91134-418-4	2010		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=195454
2. Ившин В.П. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами: Учеб. пос. / В.П. Ившин, М.Ю. Перухин - М.: НИЦ Инфра-М. 2013 - 400 с ISBN 978-5-16-005162-8	2013		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363591
3. Глазырин, В.Е. Элементы автоматических устройств / Глазырин В.Е., Глазырин Г.В. - Новосиб.:НГТУ. 2011. - 130 с.: ISBN 978-5-7782-1733-1	2011		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=5568731.2.
4. Жмудь, В.А. Моделирование, исследование и оптимизация замкнутых систем автоматического управления / Жмудь В.А. - Новосиб.:НГТУ, 2012. - 335 с.: ISBN 978- 5-7782-2162-8	2012		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558840.
5. Корнеева Н. Н. Радиоавтоматика и основы кибернетики [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / Н. Н. Корнеева ; ВлГУ, 2013 .— 46 с. : ил., цв. ил., табл.	2013		http://dspace.www1.vlsu.ru/bitstream/123456789/2252/1/00338.docx
Дополнительная литература			
5. Панкратов,В.В. Избранные разделы современной теории автоматического управления/ ПанкратовВ.В., Нос О.В., Зима Е.А. - Новосиб.: НГТУ. 2011. - 223 с.: ISBN 978-5-7782-1810-9	2011		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548433.
6. Пушкарёв. В.П. Радиоавтоматика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.П. Пушкарёв, Д.Ю. Пелявин. — Электрон.дан. — М. : ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 85 с.	2012		http://e.lanbook.com/books/element.php?pll_id=10893
7. Афонин ,А.М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие/А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова и др.- М.: Форум, 2011. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование), (о) ISBN 978-5-91134-479-5	2011		http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=219000

7.2. Периодические издания

Радиотехника:

Радиотехника и электроника;

Приборы и техника эксперимента;

Цифровая обработка сигналов.

7.3. Интернет-ресурсы

<https://znanium.com>

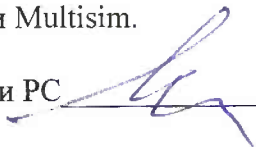
<http://window.edu.ru>

<https://hub.exponenta.ru/>

<https://e.lanbook.com/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения лекций и практических занятий – ауд 301-3 и 335-3 с мультимедийными средствами; практических и лабораторных работ - компьютерные классы 228-3 и 410-3 с использованием лицензионного программного обеспечения Matlab/Simulink и Multisim.

Рабочую программу составил ст. преподаватель кафедры РТ и РС  Казаринов А.Б.

Рецензент Генеральный директор ОАО "Владимирское КБ Радиосвязи"
 Богданов А.Е.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 13 от 26.06.19 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.01 Радиотехника

Протокол № 7 от 28.06.19 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 21.02.20 года

Заведующий кафедрой _____ *ОР Никитин*

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
Математические основы управления

образовательной программы направления подготовки 11.03.01 Радиотехника,

направленность: бакалавриат

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО