

2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
 Проректор по учебно-методической работе
 А.А.Панфилов
 «09» _____ 2015г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
" Теория случайных процессов "

Направление подготовки: 11.04.01 «Радиотехника»

Профиль/программа подготовки:

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоемкость (зач. ед, /час.) | Лекций, (час.) | Практ. занятий, (час.) | Лаборат. работ, (час.) | СРС, (час.) | Форма контроля (экз./зачет) |
|----------------|--|---------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|
| 2 | 3/108 | | 36 | | 27 | Экзамен(45) |
| Итого | 3/108 | | 36 | | 27 | Экзамен(45) |

Владимир, 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Теория случайных процессов " являются:

1. Приобретение навыков применения теории вероятностей к решению различных прикладных вопросов радиотехники, автоматического управления, стабилизации. Выработка у студентов понимания физической задач радиотехники и автоматического управления и ее формализации в виде конкретных математических задач. Получение представлений о возможных исходах при решении этих задач.
2. Приобретение знаний по основам теории случайных процессов и математической статистики.
3. Подготовка в области проектирования радиотехнических систем и систем автоматического управления при случайных воздействиях.
4. Подготовка в области радиотехники для разных сфер профессиональной деятельности специалиста.
 - проектно-конструкторской;
 - производственно-технологической;
 - научно-исследовательской;
 - сервисно-эксплуатационной.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория случайных процессов» относится к вариативной части дисциплин (Б1.В.ДВ.1). Она логически продолжает курсы математического анализа, теории дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, основы кибернетики, радиоавтоматики. Предметом ее изучения являются методы для решения задач управления в области техники и экономики.

Взаимосвязь с другими дисциплинами

Изучение курса «Теория случайных процессов» базируется на знаниях, полученных в курсах: высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, функция комплексной переменной, операторы Фурье и Лапласа, основы теории цепей, радиотехнические цепи и сигналы, основы кибернетики. Полученные знания используются в дальнейшем в курсах "Устройства приема и обработки сигналов", "Устройства генерирования и формирования радиосигналов", "Основы теории радиотехнических систем", "Основы телевидения", "Цифровая обработка радиотехнической информации", "Основы проектирования радиотехнических систем", полученные знания могут быть использованы при дипломном проектировании, а также в процессе подготовки и проведения автоматизированных лабораторных исследований и производственных испытаний радиоаппаратуры.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен:

Знать:

- физическую сущность функционирования радиотехнических систем и систем автоматического управления.
- методику формализации описания радиотехнических и динамических систем в виде конкретных математических задач (ПК-2).
- методы формирования представлений о возможных исходах при решении этих задач (ОПК-4).
- пути их технической реализации.

Уметь:

- приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ПК-2);
- применять на практике решение задач в области теории случайных процессов и математической статистики для проектирования систем управления (ОПК-4),
- проводить синтез структурных схем систем радиотехники и автоматического управления с данными показателями для конкретных воздействий и помех.

Владеть:

- классификацией, признаками и математическими основами анализа систем радиотехники и управления при случайных воздействиях, особенностями систем отражаемых линейными и нелинейными моделями (ПК-2).
- математическими и техническими основами построения систем радиотехники и автоматического управления;
- проведением аналитического описания элементов разомкнутых и замкнутых систем во временной и частотной областях в статическом состоянии и динамике при случайных воздействиях (ПК-2, ОПК-4)
- основами моделирования и синтеза систем радиоуправления.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: «Теория случайных процессов»
Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов).

| № п/п | Раздел дисциплины | Семестр | | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | | | | Объем учебной работы с применением интерактивных методов | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации | |
|-------|--|-----------------|------|--|--------------|----------------------|---------------------|-------------|-------------|-------|--|--|--|
| | | Неделя семестра | | Лекции | Консультации | Практические занятия | Лабораторные работы | Контр. раб. | СРС | КП/КР | | | |
| 1. | Классификация. Функции со случайными параметрами. Каноническое разложение случайного процесса (СП). Стационарные СП. Эргодичность. Точечные процессы, потоки случайных | 2 | 1, 2 | | | 4 | | | Р Г Р | 3 | | 1/25 | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|--------|--|---|--|--|---|--|------|---------------------|
| | событий. Поток Пуассона. Цепные процессы. Цепь Маркова с дискретным и непрерывным временем. | | | | | | | | | | |
| 2. | Процессы гибели и размножения. Процессы накопления, восстановления, резервирования. Применение СП в теории массового обслуживания и теории надежности. Основные характеристики. Законы распределения СП. Сечение, реализация (выборочная функция), математическое ожидание, дисперсия и корреляционные функции СП.. | 2 | 3,4 | | 4 | | | 3 | | 1/25 | |
| 3. | Цепи Маркова. Графы системы, классификация состояний. Вектор состояния, матрица перехода, предельные (финишные) вероятности. Системы дифференциальных уравнений для вероятностей состояний. Расчет времени жизни системы. | 2 | 5, 6 | | 4 | | | 3 | | 1/25 | |
| 4. | Процессы гибели и размножения. Разрешающая система дифференциальных уравнений, начальные условия. Формулы Эрланга. Введение в теорию резервирования. Математическое моделирование нагруженного, облегченного, ненагруженного, восстанавливаемого резервного оборудования. | 2 | 7,8 | | 4 | | | 3 | | 1/25 | Рейтинг контроль №1 |
| 5. | Моделирование СП на ЭВМ. Генератор случайных величин с заданным законом распределения. Метод Монте-Карло. Моделирование цепей Маркова. Моделирование системы массового обслуживания. | 2 | 9, 10 | | 4 | | | 3 | | 1/25 | . |
| 6. | Основные понятия статистики и дескриптивный анализ. Шкалы измерений. Генеральная совокупность и выборка. Нормальное распределение. Уровень статистической достоверности. Свойства описательных статистик | 2 | 11, 12 | | 4 | | | 3 | | 1/25 | Рейтинг контроль №2 |
| 7. | Свойства описательных статистик Меры изменчивости. Методы проверки статистических гипотез. | 2 | 13, 14 | | 4 | | | 3 | | 1/25 | |

| | | | | | | | | | | | |
|-------|---|---|--------|--|----|--|--|----|--|------|---------------------|
| | Корреляции и методы сравнения. Коэффициент корреляции. Частная корреляция. Коэффициент корреляции Пирсона, Спирмена и Кендалла. | | | | | | | | | | |
| 8. | Параметрические методы сравнения данных. Непараметрические методы для независимых выборок. Непараметрические методы сравнения для зависимых выборок. Методы сравнения номинальных данных. | 2 | 15, 16 | | 4 | | | 3 | | 1/25 | |
| 9. | Дисперсионный анализ. Регрессионный анализ. Простая линейная регрессия. Регрессионный анализ. Множественная линейная регрессия. | 2 | 17, 18 | | 4 | | | 3 | | 1/25 | Рейтинг контроль №3 |
| Всего | | | | | 36 | | | 27 | | 9/25 | Экзамен (45) |

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные работы, контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 9 час (25%) занятий.

5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к практическим занятиям, а также при выполнении индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций.

5.3. Мультимедийные технологии обучения

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 15 до 30 слайдов по каждой лекции.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Компьютерные технологии используются для оформления лабораторных работ.

5.4. Лекции приглашенных специалистов

В рамках учебного курса «Теория оптимального управления» предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, выступления и лекции специалистов, в частности:

- доктора физико-математических наук, профессора, В.Г. Рау;
- доктора технических наук, профессора, зав. кафедрой МЭИ (г. Москва) В.Г. Карташева.

5.5 Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения домашних рейтинговых заданий .

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

6.1. Вопросы к зачету по дисциплине «Теория случайных процессов»

| | |
|----|--|
| 1 | Каноническое разложение случайного процесса (СП) |
| 2 | Стационарные СП. Эргодичность. |
| 3 | Точечные процессы, потоки случайных событий. Поток Пуассона. |
| 4 | Цепные процессы. |
| 5 | Цепь Маркова с дискретным временем |
| 6 | Цепь Маркова с непрерывным временем |
| 7 | Процессы гибели и размножения. |
| 8 | Процессы накопления, восстановления, резервирования. |
| 9 | Применение СП в теории массового обслуживания |
| 10 | Применение СП в теории резервирования |
| 11 | Законы распределения СП. |
| 12 | Сечение, реализация (выборочная функция), математическое ожидание, дисперсия и корреляционные функции СП. |
| 13 | Цепи Маркова. Граф системы, классификация состояний. |
| 14 | Вектор состояния, матрица перехода, предельные (финишные) вероятности. |
| 15 | Системы дифференциальных уравнений для вероятностей состояний. |
| 16 | Расчет времени жизни системы. |
| 17 | Процессы гибели и размножения. |
| 18 | Разрешающая система дифференциальных уравнений, начальные условия. Формулы Эрланга. |
| 19 | Математическое моделирование нагруженного, облегченного, ненагруженного, восстанавливаемого резервного оборудования. |

| | |
|----|---|
| 20 | Генератор случайных величин с заданным законом распределения. |
| 21 | Моделирование цепей Маркова. |
| 22 | Моделирование системы массового обслуживания. |
| 23 | Методы проверки статистических гипотез |
| 24 | Коэффициент корреляции Пирсона, Спирмена и Кендалла. |
| 25 | Дисперсионный анализ. |
| 26 | Регрессионный анализ |

6.2. Задания для РГР

Функции со случайными параметрами

Дано: функция $X(t) = u_1 f(t) + u_2 g(t) + h(t)$, где u_1 и u_2 - случайные величины (случайные параметры), распределенные, соответственно, на интервалах $[a;b]$ и $[c;d]$. Данные для вариантов представлены в табл.2,3, где K_{12} - корреляционный момент параметров u_1 и u_2 . Функция $X(t)$ описывает некоторый случайный процесс.

Требуется:

- 1) построить область возможных траекторий случайного процесса;
- 2) вычислить и построить график математического ожидания случайного процесса;
- 3) вычислить дисперсию, среднее квадратическое отклонение, корреляционную функцию случайного процесса;
- 4) с учетом заданных t_1 , t_2 и $X(t_1)$ составить прогноз $X(t_2)$.

Т а б л и ц а 2

В а р .

| вар | $[a;b]$ | $[c;d]$ | $M[u_1]$ | $D[u_1]$ | $M[u_2]$ | $D[u_2]$ | K_{12} |
|-----|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | [-2;1] | [0;1] | -1 | 1,5 | 0,75 | 0,1 | -0,2 |
| 2 | [-1;1] | [-1;1] | -0.5 | 0.5 | 1 | 1 | -0.5 |
| 3 | [-1;1] | [-1;2] | -0.5 | 0.5 | 1 | 0.75 | -0.4 |
| 4 | [-3;0] | [0;1] | -1 | 1 | 0.5 | 0.2 | 0.4 |
| 5 | [-1;0] | [-1;1] | -0.5 | 0.1 | 0.5 | 0.75 | -0.2 |
| 6 | [0;5] | [-2;0] | 2 | 4 | -1 | 1 | -1 |
| 7 | [0;1] | [-4;0] | 0.5 | 0.2 | -2 | 3 | 0.5 |
| 8 | [-2;3] | [-1;3] | 1 | 4 | 1 | 2 | 1.5 |
| 9 | [-1;3] | [-2;2] | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |

Таблица 3

| Вар. | $f(t)$ | $g(t)$ | t_1 | $X(t_1)$ | t_2 |
|------|-----------|-----------|-------|----------|-------|
| 1 | t | $t^2 - 2$ | 2 | 0 | 3 |
| 2 | t^2 | $1 - t$ | 1 | 0 | 3 |
| 3 | $-t + 2$ | 3 | 2 | 3.5 | 7 |
| 4 | 2 | $3 - t^2$ | 2 | -3.5 | 4 |
| 5 | 2^t | 4 | 1 | 0.5 | 2 |
| 6 | 1 | 2^{t-1} | 1 | 0.5 | 3 |
| 7 | 2^{t-1} | 2 | 1 | -3 | 3 |

| | | | | | |
|---|---------|---------|---|---|---|
| 8 | $6/t+1$ | 4 | 2 | 5 | 5 |
| 9 | 1 | $4/t+1$ | 1 | 4 | 3 |

6.3. Тесты для рейтинг-контроля

РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ №1

1. Общая задача оптимального управления

- оптимизация управления динамическими системами и процессами.
- управление информационными системами.
- оптимизация разработки компьютерных программ.
- анализ устойчивости систем автоматического управления.

2. Формулировка проблемы оптимального управления

- разработка математических моделей динамических систем.
- анализ устойчивости систем автоматического управления.
- оптимизация разработки компьютерных программ.
- содержит критерий оптимальности(функционал),математическую модель процесса управления и ограничения на эволюцию траектории системы и ресурсы управления.

3. Основные математические методы теории оптимального управления

- линейная алгебра.
- операционное исчисление.
- преобразование Фурье.
- принцип максимума Понтрягина, вариационное исчисление, динамическое программирование Белмана.

4. Необходимые условия оптимальности управления.

- условия существования оптимального решения.
- условия, которых достаточно для определения оптимального решения.
- условия определения оптимального решения.
- условия, при которых определяется определенная множество решений, яки могут содержит оптимальное.

5. Достаточное условие оптимальности управления.

- условия существования решения проблемы оптимизации.
- условия существования локального экстремума функционала.
- условия, которые определяют глобальный экстремум качества функционирования системы (процесса) управления.
- условия, которые обеспечивают нахождения допустимого управления.

6. Существование оптимального управления.

- оптимальное решение всегда существует, но не является единственным.
- оптимальное решение существует не всегда.
- оптимальное решение всегда существует и является единственным.
- оптимальное решение всегда существует.

7. Задача использования методов оптимального управления в теории автоматического управления динамическими системами.

- анализ управляемости систем автоматического управления.
- анализ устойчивости систем автоматического управления.
- анализ точности систем автоматического управления.
- построение оптимального закона управления системами автоматического управления.

8. Разомкнутые системы управления

- системы управления с обратной связью.
- системы программного управления.
- любой тип оптимальной системы.
- любой тип неоптимальной системы.

РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ № 2

1. Замкнутые системы управления

- любой тип системы управления.
- системы с программным управлением
- нелинейные системы управления
- системы с обратной связью

2. Стохастические системы управления.

- системы управления, параметры или сигналы в которых есть случайными.+
- линейные системы.
- оптимальные системы.
- нелинейные системы.

3. Математическая модель линейной динамической системы управления.

- $dx / dt = Ax + Bu.$
- $dx / dt = f(x, u, t).$
- $dx / dt = f(x, u, t).$
- $dx / dt = xTx + uTu.$

4. Математическая модель нелинейной динамической системы управления.

- $dx / dt = f(x, u, t) .+$
- $dx / dt = Ax(t) + Bu(t).$
- $dx / dt = Ax(t) + Bu(t) + W(t).$
- $dx / dt = A(t)x(t) + B(t)u(t).$

5. Стационарная система.

- система, параметры которой зависят от времени
- система, параметры которой не зависят от времени+
- любая линейная система.
- любая нелинейная система.

6. Нестационарная система.

- система, параметры которой зависят от времени
- система, параметры которой не зависят от времени
- любая линейная система.
- любая нелинейная система.

7. Цифровые системы управления.

- системы программного управления.
- замкнутые системы управления.
- аналоговые системы управления.
- системы управления с цифровым регулятором

8. Значения состояния управляемого процесса, системы.

- совокупность координат, которые однозначно определяют текущее состояние системы.
- координаты вектора скорости объекта.
- координаты вектора положения объекта.
- координаты вектора ускорения объекта.

РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ № 3

1. Метод пространства состояния.

- метод, в котором математическая модель дана в виде системы дифференциальных уравнений первого порядка (в форме Коши) .+
- метод, в котором математическая модель дана в виде дифференциального уравнения n -го порядка.
- метод исследования устойчивости динамических систем.
- метод анализа переходного процесса системы управления.

2. Траектория движения системы.

- ускорение объекта.
- эволюция координат, которые характеризуют вектор состояния системы.+
- скорость объекта.
- вектор состояния системы в текущий момент.

3. Допустимая траектория движения системы

- траектория, параметры движения которой находятся в допустимой области в любой момент.+
- любая траектория.
- только оптимальная траектория.
- любая оптимальная траектория.

4. Оптимальная траектория системы управления.

- допустимая траектория, которая соответствует оптимальному закону управления +
- любая траектория.
- любая допустимая траектория.
- траектория при терминальном управлении

5. Закон управления.

- траектория движения системы.
- функция управления, аргументом которой является время или вектор состояния системы.+
 - любая функция управления системой
 - допустимая траектория движения системы.

6. Оптимальный закон управления.

- любое управление.
- только программное управление.
- допустимый закон управления, которому соответствует оптимальный показатель качества.+
 - любое допустимое управление.

7. Оптимальная программа управления.

- оптимальный закон управления разомкнутой системы, который соответствует фиксированному начальному вектору состояния системы и является функцией времени.
- закон, который учитывает текущее состояние системы.
- оптимальный закон управления сомкнутой системой.+
 - = любая допустимая программа управления.

8. Укажите верное выражение для передаточной функции замкнутой системы. Где $W_p(p)$ - передаточная функция прямой части системы

- $W_z(p) = \frac{1}{1 + W_p(p)}$;

- $W_z(p) = \frac{W_p(p)}{1 + W_p(p)}$;

- $W_z(p) = \frac{W_p(p)}{1 - W_p(p)}$.

6.4. Вопросы для контроля СРС

1. Как определить характеристики разомкнутой системы автоматического регулирования по заданным нулям и полюсам передаточной функции.
2. Связь дифференциального уравнения системы с положением нулей и полюсов передаточной функции.
3. Как определить структурную схему системы по заданным нулям и полюсам передаточной функции.
4. Как определить передаточную функцию замкнутой системы по передаточной функции разомкнутой.
5. Как определить весовую функцию системы.
6. Как определить переходную функцию системы.
7. Определение амплитудно-фазовой характеристики системы по передаточной функции.
8. Как найти ЛАЧХ системы.
9. Метод построения асимптотической ЛАЧХ.
10. Как определить характеристическое уравнение 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. Метод построения годографа Михайлова замкнутой системы.
15. Определение устойчивости системы по годографу Михайлова.
16. Метод 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. Как найти запасы устойчивости системы по АФХ и ЛАЧХ.
22. Графическое пояснение идеи коррекции устойчивости системы по АФХ и ЛАЧХ.
23. Методы коррекции неустойчивых систем.

7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Власов, В. А. Методы оптимизации и оптимального управления: Учебное пособие / Власов В.А., Толоконский А.О. - М.: НИЯУ "МИФИ", 2013. - 88 с. ISBN 978-5-7262-1806-9
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=612298>
2. Мастяева, И.Н. Методы оптимальных решений: Учебник / Мастяева И.Н., Горемыкина Г.И., Семенихина О.Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 384 с, ISBN 978-5-905554-24-7
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=521453>
3. Романко, В.К. Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления [Электронный ресурс] / В.К. Романко. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 344 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-0782-1.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=475650>
4. Романко, В. К. Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению [Электронный ресурс] / В. К. Романко [и др.] ; под ред. В. К. Романко. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 219 с.: ил. ISBN 978-5-9963-0783-8.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365617>

Дополнительная литература

5. Аттетков, А.В. Методы оптимизации: Учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 270 с.: ил ISBN 978-5-369-01037-2, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=350985>
6. Гармаш, А.Н. Математические методы в управлении: Учебное пособие / А.Н. Гармаш, И.В. Орлова. - М.: Вузовский учебник: НИЦ Инфра-М, 2012. - 272 с, ISBN 978-5-9558-0200-8, <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=242620>
7. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Логос, 2011. – 424 с: ил. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469213>

8.Алексеев, В. М. Сборник задач по оптимизации. Теория. Примеры. Задачи [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / В. М. Алексеев, Э. М. Галеев, В. М. Тихомиров. - 3-е изд., испр. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 256 с. - ISBN 978-5-9221-0992-5.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544748>

Периодические издания

Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

Реферативные журналы:

- Радиотехника;
- Электроника.

Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ


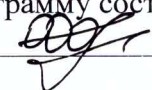
Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

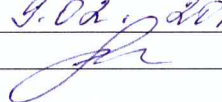
- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 15 до 30 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (305-3);

Примечания:

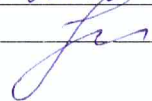
1. Общее число подготовленных слайдов более 200, они ежегодно редактируются и модернизируются в соответствии с развитием технической и методической базы.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «11.04.01.Радиотехника».


Рабочую программу составил доц. каф. РТ и РС  Архипов Е.А.
Рецензент:  Ген. Директор КБ Радиосвязь, к.т.н. Богданов А.Е.

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС
Протокол № 9 от 9.02.2015
Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

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

Протокол № 4 от 10.02.2015 года
Председатель комиссии  Никитин О.Р.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год
Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.16 года
Заведующий кафедрой  ОРНИКИ

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 _____