**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Статистическая теория радиотехнических систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 12 | 12 | часов |
| 2 | Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 30 | 30 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 6 | 6 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 78 | 78 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 108 | 108 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 108 | 108 | часов |
| | | 3.0 | 3.0 | З.Е |

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22228

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «30» 8 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РТС _____ А. С. Аникин

Заведующий обеспечивающей каф.
РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.
СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперт:

Ст. преподаватель каф. РТС каф.
РТС ТУСУР _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 22228

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины СР - ознакомить студентов с основными принципами и методами современной статистической теории обработки сигналов в радиоэлектронных системах космических комплексов, а именно: с методами вероятностного описания случайных процессов с помощью плотностей вероятностей и моментных функций; корреляционной и спектральной теорией случайных процессов; методами определения характеристик случайных процессов при линейных и нелинейных преобразованиях в радиотехнических цепях; методами синтеза оптимальных систем. Дать навыки моделирования объектов и процессов по типовым методикам с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих на математическом и физическом уровне понимать сущность оптимальных преобразований сигналов в радиоэлектронных системах космических комплексов в условиях наличия мешающих факторов в виде собственного шума приемно-усилительных устройств и внешних помех и производить оценки вероятностных характеристик, определяющих качество их функционирования. Важной задачей курса является формирование базовых знаний, умений и навыков в части применения метода статистического моделирования на ЭВМ для расчета оценок вероятностных характеристик радиоэлектронных систем, определяющих качество их функционирования.

– Предусмотренные программой курса СР знания являются не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория радиотехнических систем» (Б1.В.ДВ.5.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Теория вероятностей и математическая статистика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

– ПК-4 способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - методы статистического описания случайных сигналов - принципы и основы статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помех; - физический и содержательный смысл и взаимосвязь параметров сигнала, которые определяют потенциальные характеристики систем обнаружения (различения) при наличии собственного шума приемных устройств; - типовые структуры оптимальных систем обработки сигналов в радиоэлектронных системах при их обнаружении (различении) на фоне шума приемных устройств;

– **уметь** - аргументировано изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя(различителя) параметра полезного сигнала на фоне помехи; - выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик оптимального обнаружителя (различителя) в радиоэлектронных системах;

– **владеть** - специальной терминологией; - способами статистического описания свойств сигналов и помех; - общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в радиоэлектронных системах.

Согласована на портале № 22228

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 30 | 30 |
| Лекции | 12 | 12 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Из них в интерактивной форме | 6 | 6 |
| Самостоятельная работа (всего) | 78 | 78 |
| Проработка лекционного материала | 10 | 10 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 68 | 68 |
| Всего (без экзамена) | 108 | 108 |
| Общая трудоемкость ч | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы | 3.0 | 3.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | | |
| 1 Введение | 2 | 0 | 4 | 6 | ОПК-5 |
| 2 Сведения из теории вероятностей | 2 | 0 | 5 | 7 | ОПК-5, ПК-1 |
| 3 Математическое описание случайных сигналов и помех | 2 | 0 | 12 | 14 | ОПК-5, ПК-1 |
| 4 Спектральный анализ сигналов | 2 | 8 | 11 | 21 | ОПК-5, ПК-1, ПК-4 |
| 5 Гауссовские случайные процессы | 2 | 0 | 7 | 9 | ОПК-5, ПК-1, ПК-4 |
| 6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов | 2 | 0 | 15 | 17 | ОПК-5, ПК-1, ПК-4 |
| 7 Оптимальные линейные системы | 0 | 10 | 24 | 34 | ОПК-5, ПК-1 |
| Итого за семестр | 12 | 18 | 78 | 108 | |
| Итого | 12 | 18 | 78 | 108 | |

Согласована на портале № 22228

**5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)**

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Введение | Информация и сигналы. Основные понятия и определения. | 2 | ОПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Сведения из теории вероятностей | Основные понятия и определения теории вероятностей; теоремы сложения и умножения; надёжность системы. Описание случайных величин; дискретные и непрерывные случайные величины; плотность вероятности; функция распределения. Числовые характеристики случайных величин; математическое ожидание, СКО и дисперсия, корреляционная функция, начальный и центральный моменты. Гауссовские случайные величины. | 2 | ОПК-5, ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Математическое описание случайных сигналов и помех | Понятие случайного процесса. Вероятностное описание случайных процессов. Моментные функции случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Эргодические случайные процессы. Временные средние. Описание совокупности двух случайных процессов. Свойства кореляционной и взаимно корреляционной функций. Белый шум. | 2 | ОПК-5, ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Спектральный анализ сигналов | Спектральная плотность мощности. Свойства спектральной плотности мощности. Взаимная спектральная плотность мощности. Определение моментных функций и спектральной плотности мощности по экспериментальным данным. | 2 | ПК-1, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Гауссовские случайные процессы | Понятие гауссовского случайного процесса и его свойства. Узкополосные гауссовские случайные процессы. | 2 | ОПК-5, ПК-1, ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Отклик линейных систем на | Постановка задачи анализа линейных | 2 | ОПК-5, |

Согласована на портале № 22228

| | | | |
|---|---|---|---|
| воздействие случайных сигналов | систем. Анализ линейной системы в переходном режиме при стационарном воздействии. Имитация случайного процесса с заданной спектральной плотностью. Формирующий фильтр. Анализ линейной системы в стационарном (установившемся режиме). Чисто белый шум и системы с ограниченной полосой пропускания. Эквивалентная шумовая полоса. Взаимная корреляционная функция входного воздействия и отклика линейной системы. | | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 12 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Теория вероятностей и математическая статистика | | + | + | + | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| ОПК-5 | + | + | + | Проверка контрольных работ, Опрос на занятиях |
| ПК-1 | + | + | + | Проверка контрольных работ, Опрос на занятиях |
| ПК-4 | + | | + | Опрос на занятиях |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Согласована на портале № 22228

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| Решение ситуационных задач | 2 | 1 | 3 |
| Решение ситуационных задач | 2 | 1 | 3 |
| Итого за семестр: | 4 | 2 | 6 |
| Итого | 4 | 2 | 6 |

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 4 Спектральный анализ сигналов | Спектральная плотность мощности. Формула Винера-Хинчина | 8 | ОПК-5, ПК-1 |
| | Итого | 8 | |
| 7 Оптимальные линейные системы | Понятие об оптимизации. Критерий оптимальности. Виды критериев оптимальности и требования к ним. Параметрическая и непараметрическая оптимизация линейных систем. | 10 | ОПК-5, ПК-1 |
| | Итого | 10 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 Введение | Проработка лекционного материала | 4 | ОПК-5 | Опрос на занятиях |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Сведения из теории вероятностей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1, ОПК-5 | Опрос на занятиях |

Согласована на портале № 22228

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 3 Математическое описание случайных сигналов и помех | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ПК-1, ОПК-5 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 12 | | |
| 4 Спектральный анализ сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-5, ПК-1 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 11 | | |
| 5 Гауссовские случайные процессы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-5, ПК-1 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 14 | ОПК-5, ПК-1, ПК-4 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 15 | | |
| 7 Оптимальные линейные системы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 24 | ОПК-5, ПК-1 | Опрос на занятиях, Проверка контрольных работ |
| | Итого | 24 | | |
| Итого за семестр | | 78 | | |
| Итого | | 78 | | |

**9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

1. Спектральный анализ сигналов
2. Вероятность суммы и произведения событий. Условная вероятность. Примеры.
3. Гауссовские случайные процессы.
4. Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов. Определение среднего квадрата случайного процесса на выходе линейного фильтра.
5. Математическое описание случайных сигналов и помех

Согласована на портале № 22228

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2123, дата обращения: 26.09.2017.
2. Теория и техника передачи информации: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. - 2012. 210 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1750, дата обращения: 26.09.2017.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1989. – 654 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 107 экз.)
2. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника: учебное пособие. – М.: Советское ра-дио, 1966. – 677, [2] с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)
3. Горяинов В.Т. Статистическая радиотехника. Примеры и задачи: Учебное пособие для вузов / В. Т. Горяинов, А. Г. Журавлев, В. И. Тихонов; ред. В. И. Тихонов. – М.: Советское радио, 1980. - 542[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистическая радиотехника и радиофизика: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Чумаков А. С. - 2012. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1746, дата обращения: 26.09.2017.
2. Теория и техника передачи информации : Методические указания по проведению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов / Новиков А. В., Бернгардт А. С. - 2015. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4978, дата обращения: 26.09.2017.
3. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2120, дата обращения: 26.09.2017.

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. 1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru/
2. 2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru/

Согласована на портале № 22228

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 20, оборудованная доской, проектором и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 423 а,б. Состав оборудования: Учебная мебель (Стол рабочий, цвет вишня 35 шт. Размеры: 1360x600x750; Стул офисный ИЗО 60x60, металлический цвет черный. 40 шт; Шкаф для бумаг закрытый цвет вишня. 1 шт. Размеры: 690x350x1957); Доска магнитно-маркерная (BRAUBERG (БРАУБЕРГ), 100x150/300 см, 3-элементная, белая) -1шт.; проектор (NEC "M361X") - 1 шт., экран (LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control 203x203 см Matte White FiberGlass, черная кайма по периметру) - 1 шт., телевизор (LED 50" (127 см) Toshiba 50L4353 ) - 1 шт., компьютеры (Intel «Core i3-4330») - 16 шт. с выходом в Интернет, ПО - Windows 8, MS Office 97-2003, MathCad 15.0, MatLAB 11a, Qt Creator 5.7.1

#### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 423 а,б. Состав оборудования: Учебная мебель (Стол рабочий, цвет вишня 35 шт. Размеры: 1360x600x750; Стул офисный ИЗО 60x60, металлический цвет черный. 40 шт; Шкаф для бумаг закрытый цвет вишня. 1 шт. Размеры: 690x350x1957); Доска магнитно-маркерная (BRAUBERG (БРАУБЕРГ), 100x150/300 см, 3-элементная, белая) -1шт.; проектор (NEC "M361X") - 1 шт., экран (LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control 203x203 см Matte White FiberGlass, черная кайма по периметру) - 1 шт., телевизор (LED 50" (127 см) Toshiba 50L4353 ) - 1 шт., компьютеры (Intel «Core i3-4330» ) - 16 шт. с выходом в Интернет, ПО - Windows 8, MS Office 97-2003, MathCad 15.0, MatLAB 11a, Qt Creator 5.7.1

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Согласована на портале № 22228

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 22228

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# Статистическая теория радиотехнических систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очно-заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2013 года

Разработчик:
- доцент каф. РТС А. С. Аникин

Зачет: 5 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 22228

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ОПК-5 | способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных | Должен знать - методы статистического описания случайных сигналов - принципы и основы статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помех; - физический и содержательный смысл и взаимосвязь параметров сигнала, которые определяют потенциальные характеристики систем обнаружения (различения) при наличии собственного шума приемных устройств; - типовые структуры оптимальных систем обработки сигналов в радиоэлектронных системах при их обнаружении (различении) на фоне шума приемных устройств;;<br>Должен уметь - аргументировано изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя(различителя) параметра полезного сигнала на фоне помехи; - выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик оптимального обнаружителя (различителя) в радиоэлектронных системах;;<br>Должен владеть - специальной терминологией; - способами статистического описания свойств сигналов и помех; - общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в радиоэлектронных системах.; |
| ПК-1 | способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ | |
| ПК-4 | способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем | |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |

Согласована на портале № 22228

| | | | |
|---|---|---|---|
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Знать принципы и основы статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помех для обеспечения возможности изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта. | Уметь аргументировано изложить процедуру определения законов распределения аддитивной смеси сигнала и шума с целью изучения научно-технической информации,а также применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта. | Владеть специальной терминологией и описанием статистических характеристик аддитивной смеси известного сигнала и шума для изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта. |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Зачет; | • Опрос на занятиях;<br>• Зачет; | • Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Проявляет глубокое и прочное усвоение прин- | • Без труда аргументировано излагает проце- | • Свободно специальной терминологией и |

Согласована на портале № 22228

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ципов и основ статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помех для обеспечения возможности изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.; | дуру определения законов распределения аддитивной смеси сигнала и шума с целью изучения научно-технической информации,а также применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.; | описанием статистических характеристик аддитивной смеси известного сигнала и шума для изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Демонстрирует достаточно полное знание принципов и основ статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помех для обеспечения возможности изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.; | • В большинстве случаев обоснованно излагает процедуру определения законов распределения аддитивной смеси сигнала и шума с целью изучения научно-технической информации,а также применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта, но изредка требуется помощь преподавателя.; | • Владеет основной специальной терминологией и основой статистического описания аддитивной смеси известного сигнала и шума для изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает некоторые принципы и основы статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помех для обеспечения возможности изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.; | • С трудом излагает процедуру определения законов распределения аддитивной смеси сигнала и шума с целью изучения научно-технической информации,а также применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта, но изредка требуется помощь преподавателя.; | • Владеет некоторой специальной терминологией и некоторым статистическим описанием аддитивной смеси известного сигнала и шума для изучения научно-технической информации, применения отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта.; |

### 2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Знать статистическое описание случайных сиг- | Уметь аргументировано изложить способы вы- | Владеть способами статистического описания |

Согласована на портале № 22228

| | | | |
|---|---|---|---|
| | налов для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. | полнения типовых расчетов вероятностных характеристик оптимального обнаружителя (различителя) для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. | свойств сигналов и помех для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ. |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Зачет; | • Опрос на занятиях;<br>• Зачет; | • Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Проявляет глубокое и прочное усвоение знаний в области статистического описания случайных сигналов для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.; | • Без труда аргументировано излагает способы выполнения типовых расчетов вероятностных характеристик оптимального обнаружителя (различителя) для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.; | • Свободно владеет статистическим описанием свойств сигналов и помех для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Демонстрирует достаточно полное знание методов статистического описания случайных сигналов и помех для проведения математического моделирования объектов и процессов | • В большинстве случаев обоснованно излагает способы выполнения типовых расчетов вероятностных характеристик оптимального обнаружителя (различителя) для проведения | • Владеет основными аспектами статистического описания свойств сигналов и помех для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, |

Согласована на портале № 22228

| | | | |
|---|---|---|---|
| | по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.; | математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, но изредка требуется помощь преподавателя.; | в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает некоторые методы статистического описания случайных сигналов и помех для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.; | • С трудом излагает способы выполнения типовых расчетов вероятностных характеристик оптимального обнаружителя (различителя) для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ, но постоянно нуждается в помощи преподавателя.; | • Владеет некоторыми аспектами статистического описания свойств сигналов и помех для проведения математического моделирования объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.; |

### 2.3 Компетенция ПК-4

ПК-4: способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Знать типовые структуры оптимальных систем обработки сигналов для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем. | Уметь аргументировано изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя (различителя) параметра полезного сигнала на фоне помехи для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем. | Владеть общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем. |
| Виды занятий | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |

Согласована на портале № 22228

| | | | |
|---|---|---|---|
| | • Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | |
| Используемые средства оценивания | • Опрос на занятиях;<br>• Зачет; | • Опрос на занятиях;<br>• Зачет; | • Зачет; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Демонстрирует глубокое знание структур оптимальных систем обработки сигналов для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.; | • Без труда аргументировано излагает постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя (различителя) параметра полезного сигнала на фоне помехи для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.; | • Свободно владеет общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Демонстрирует знание основных структур оптимальных систем обработки сигналов для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.; | • В большинстве случаев обоснованно излагает постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя (различителя) параметра полезного сигнала на фоне помехи для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем, но в редких случаях требуется помощь преподавателя.; | • Владеет основными аспектами методологии статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Знает некоторые структуры оптимальных систем обработки сигналов для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.; | • С трудом излагает постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя (различителя) параметра полезного сигнала на фоне помехи для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем, но практиче- | • Владеет некоторыми аспектами методологии статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов для проведения предварительного технико-экономического обоснования проектов радиотехнических устройств и систем.; |

Согласована на портале № 22228

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | ски постоянно необходима помощь преподавателя.; | |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### 3.1 Темы опросов на занятиях

- Спектральный анализ сигналов
- Вероятность суммы и произведения событий. Условная вероятность. Примеры.
- Гауссовские случайные процессы.
- Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов. Определение среднего квадрата случайного процесса на выходе линейного фильтра.
- Математическое описание случайных сигналов и помех

### 3.2 Темы контрольных работ

- Типовые задачи: 1) На цепь, составленную из последовательного соединения индуктивности L и сопротивления R воздействует напряжениеX(t), представляющее собой белый шум со спектральной плотностью S0. Найдите дисперсию напряжения Y(t) на сопротивлении R. 2) На вход последовательной RC-цепи с параметрами цепи: R= 2 кОм, C = 0,5 мкФ воздействует белый шум со спектральной плотностью, равной 0,5 (В(^2))/Гц.. Определите спектральную плотность процесса на ее выходе.

### 3.3 Зачёт

- Вопросы к зачёту: 1. Что такое случайная функция? 2. Что такое случайный процесс? 3. Что такое реализация случайного процесса? 4. Что такое квазидетерминированный сигнал? 5. Что такое математическое ожидание случайного процесса? 6. Что такое дисперсия случайного процесса? 7. Что такое корреляционная функция? Что показывает корреляционная функция случайного процесса? 8. Что такое интервал (временной) корреляции? 9. Что такое стационарный случайный процесс? Пояснить графически. 10. Что такое нестационарный случайный процесс? Пояснить графически. 11. В чём состоит эргодическое свойство случайного процесса? Приведите пример. 12. Укажите свойства корреляционной функции? 13. Что такое спектральная плотность мощности случайного процесса? Каковы её свойства? 14. Как связана спектральная плотность мощности и корреляционная функция случайного процесса? Пояснить рисунком. 15. Что такое белый шум? Какова спектральная плотность мощности и корреляционная функция спектральной плотности мощности? 16. Как вычисляется мощность случайного процесса ? Чему равна мощность белого шума ? Как зависит мощность ограниченного по полосе шума от полосы ? 17. Что такое узкополосный случайный процесс? Поясните рисунком. 18. Что такое широкополосный случайный процесс? Поясните рисунком. 19. Что такое квадратурные составляющие, огибающая и фаза случайного процесса? 20. Какова плотность распределения огибающей и фазы узкополосного случайного процесса? 21. Какова плотность распределения огибающей и фазы смеси узкополосного случайного процесса и гармонического сигнала при малом и большом отношении сигнал/шум? 22. Что такое нелинейная цепь? Что такое линейная цепь? 23. Какими характеристиками описываются линейные цепи? Как связан отклик линейной системы с входным воздействием? 24. Как преобразуются статистические характеристики случайного процесса при нестационарном режиме в результате прохождения через линейную цепь? Объяснить математически и объяснить физический смысл полученных математических выражений. 25. Как преобразуются статистические характеристики случайного процесса при стационарном режиме в результате прохождения через линейную цепь? Объяснить математически и объяснить физический смысл полученных математических выражений. 26. Объясните процедуру имитации случайного процесса с заданной спектральной плотностью. 27. Что такое формирующий фильтр? 28. В каких случаях шум, ограниченный по полосе, можно считать белым шумом ? 29. Что такое эквивалентная шумовая полоса ? Как вычисляется эквивалентная шумовая полоса ? 30. Как связаны корреляционная функция входного воздействия и отклика

Согласована на портале № 22228

линейной цепи ? 31. Что такое оптимальная система ? Что такое критерий оптимальности ? 32. Какие критерии оптимальности используются при проектировании радиотехнических систем ? Какие требования предъявляются к критериям оптимальности? 33. Объясните процедуру оптимизации линейных систем путём подбора их параметров ? 34. Объясните процедуру оптимизации систем по критерию максимизации отношения сигнал/шум ? 35. Объясните процедуру оптимизации систем по критерию минимизации среднего квадрата ошибки ? 36. Классификация нелинейных преобразований ? 37. Прямой метод исследования нелинейных преобразований случайных процессов ? 38. Чему равно отношение сигнал/шум на выходе звена, состоящего из квадратичного детектора и фильтра низких частот ? 39. Чему равно отношение сигнал/шум на выходе звена, состоящего из линейного детектора и фильтра низких частот ? Типовые задачи: 1) На цепь, составленную из последовательного соединения индуктивности L и сопротивления R воздействует напряжениеX(t), представляющее собой белый шум со спектральной плотностью S0. Найдите дисперсию напряжения Y(t) на сопротивлении R. 2) На вход последовательной RC-цепи с параметрами цепи: R= 2 кОм, C = 0,5 мкФ воздействует белый шум со спектральной плотностью, равной 0,5 (В(^2))/Гц.. Определите спектральную плотность процесса на ее выходе.

– Центр веб-технологий и информационных ресу

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2123, свободный.

2. Теория и техника передачи информации: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. - 2012. 210 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1750, свободный.

### 4.2. Дополнительная литература

1. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1989. – 654 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 107 экз.)

2. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника: учебное пособие. – М.: Советское ра-дио, 1966. – 677, [2] с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

3. Горяинов В.Т. Статистическая радиотехника. Примеры и задачи: Учебное пособие для вузов / В. Т. Горяинов, А. Г. Журавлев, В. И. Тихонов; ред. В. И. Тихонов. – М.: Советское радио, 1980. - 542[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистическая радиотехника и радиофизика: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Чумаков А. С. - 2012. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1746, свободный.

2. Теория и техника передачи информации : Методические указания по проведению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов / Новиков А. В., Бернгардт А. С. - 2015. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4978, свободный.

3. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. - 2011. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2120, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru/
2. 2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru/

Согласована на портале № 22228