

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»
Кафедра электронных приборов

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов специальности 210105.65 – Электронные приборы и
устройства

Квасница Мирон Степанович

Статистические модели для систем передачи и обработки информации: методические указания по самостоятельной работе для студентов специальности 210105.65 – Электронные приборы и устройства/ М.С. Квасница. Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра электронных приборов. - Томск: ТУСУР, 2012. – 19 с.

Самостоятельная работа направлена на углубление знаний дисциплины и предполагает обобщение изучаемых тем, а темы для самостоятельной проработки обобщают приобретенные знания и позволяют студенту самостоятельно решать задачи, возникающие при внедрении передовых технологий в производстве. Отдельные фрагменты тем могут составлять предмет научных исследований.

Пособие предназначено для студентов очной и заочной форм, обучающихся по специальности 210105.65 – Электронные приборы и устройства дисциплине «Статистические модели для систем передачи и обработки информации».

© Квасница Мирон Степанович, 2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой ЭП
_____ С.М. Шандаров
« ____ » _____ 2012 г.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Методические указания по самостоятельной работе
для студентов направления «Электроника и микроэлектроника»
(специальность 210105 – Электронные приборы и устройства)

Разработчик
доц. каф. ЭП
_____ М.С. Квасница
« ____ » _____ 2012 г.

Содержание

Введение	5
Раздел 1 Вероятностные модели информационных систем	5
1.1 Содержание раздела	5
1.2 Методические указания по изучению раздела.....	5
1.3 Вопросы для самопроверки	5
Раздел 2 Представление шумов в электронных системах и методы их описания	6
2.1 Содержание раздела	6
2.2 Методические указания по изучению раздела.....	6
2.3 Вопросы для самопроверки	6
Раздел 3 Преобразование случайных сигналов	7
3.1 Содержание раздела	7
3.2 Методические указания по изучению раздела.....	7
3.3 Вопросы для самопроверки	7
Раздел 4 Введение в теорию информации и кодирования	8
4.1 Содержание раздела	8
4.2 Методические указания по изучению раздела.....	8
4.3 Вопросы для самопроверки	8
Раздел 5 Синтез информационных систем	9
5.1 Содержание раздела	9
5.2 Методические указания по изучению раздела.....	9
5.3 Вопросы для самопроверки	9
Раздел 6 Особенности электронных систем передачи и отображения информации	10
6.1 Содержание раздела	10
6.2 Методические указания по изучению раздела.....	10
6.3 Вопросы для самопроверки	10
7 Практические занятия	11
8 Вопросы лекционного материала, выносимые на самостоятельную проработку	11
9 Индивидуальное задание	12
10 Заключение	16
Рекомендуемая литература	17

Введение

Целью самостоятельной работы является систематизация, расширение и закрепление теоретических знаний студентов и их применение при решении конкретных задач; развитие инженерных навыков разработки и конструирования электронных приборов с применением ЭВМ, обучение студентов различным методам исследований и математическому анализу полученных результатов, а также развитие навыков самостоятельной творческой работы, что способствует успешному решению конкретных производственных задач и развитию творческой инициативы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование у студентов способности собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки и техники; способности осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;

– способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения;

– готовность осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический и текущий ремонт.

Раздел 1 Вероятностные модели информационных систем

1.1 Содержание раздела

Содержание дисциплины, ее особенности и задачи. Вероятностные модели электронных систем передачи и отображения информации как метод представления основных особенностей данных систем

1.2 Методические указания по изучению раздела

В данной теме следует обратить внимание на элементы математической статистики в описании работы систем и при обработке экспериментальных данных.

1.3 Вопросы для самопроверки

1. Поясните понятие статистического распределения при отборе информации
2. В чем особенности вероятностного подхода к анализу систем?

3. Как отличить истинный сигнал от помехи, используя статистическую модель передачи и отбора информации?
4. Приведите пример модели отбора информации с электронного прибора.
5. Какими переменными характеризуется модель системы?
6. Детерминированные системы передачи и отображения информации.
7. Стохастические модели для систем передачи и отображения информации.
8. Методы описания стохастических систем передачи и отображения информации
9. Понятие флюктуации сигнала в системе передачи и отображения информации
10. Какие статистические модели информационных систем Вы знаете?

Раздел 2 Представление шумов в электронных системах и методы их описания

2.1 Содержание раздела

Вероятностный характер физических процессов в квантовых системах и методы их описания. Квантовый, тепловой и дробный шумы как фундаментальные в рассматриваемом классе приборов, методы их описания и числовые характеристики.

2.2 Методические указания по изучению раздела

В данном разделе следует обратить внимание на простые математические соотношения, раскрывающие природу шумов в электронных приборах и системах.

2.3 Вопросы для самопроверки

1. Дискретная и непрерывная функции представления шумового сигнала при моделировании системы передачи и отображения информации
2. Квантовый, тепловой и дробный шумы в системах передачи и отображения информации
3. Понятие плотности распределения случайной величины при обработке информации с электронного прибора
4. Что такое характеристическая функция модели для системы передачи и отображения информации?
5. Понятие средне арифметического для системы отображения информации.

6. Понятие дисперсии системы передачи и отображения информации.

7. Свойства операции осреднения величины при анализе статистической модели системы передачи и отображения информации.

8. Мера коррелированности случайной величины при моделировании системы передачи и отображения информации

9. Как записывается информационная система с постоянными параметрами.

10. Как записывается информационная система с переменными параметрами?

Раздел 3 Преобразование случайных сигналов

3.1 Содержание раздела

Линейные инерционные преобразования случайных сигналов. Определение числовых характеристик выходных сигналов. Определение характеристического функционального выходного процесса. Энергетический спектр выходного сигнала.

Нелинейные преобразования сигналов. Асимптотические и численные методы расчета нелинейных систем. Примеры расчета линейных и нелинейных систем.

3.2 Методические указания по изучению раздела

В данном разделе обращается внимание на определение числовых характеристик входных сигналов, а также на определение характеристического функционального выходного процесса и энергетический спектр выходного сигнала

3.3 Вопросы для самопроверки

1. Поясните информационное преобразование сигнала в усилителе со случайным коэффициентом усиления

2. Запишите линейное уравнение для усилителя в системе передачи и отображения информации.

3. Как описывается статистическая модель линейного усилителя для системы передачи и отображения информации при случайном изменении сигнала

4. Как учитывается число параметров, влияющих на усиление сигнала в модели системы передачи и отображения информации.

5. Статистическая модель Пуассоновского распределения входных параметров сигнала для системы передачи и отображения информации.

6. Понятие производящей функции для модели электронного прибора в системы передачи и отображения информации.

7. Какие величины учитываются при отображении информации об энергетическом спектре выходного сигнала?

8. Понятие нелинейного преобразования сигнала в моделях квантовых приборов в системах передачи и отображения информации

9. Весовые коэффициенты соответствия при статистическом моделировании системы передачи и отображения информации в виде экспериментальных данных.

10. Понятие шага квантования при анализе статистической модели системы передачи и отображения информации.

Раздел 4 Введение в теорию информации и кодирования

4.1 Содержание раздела

Собственная информация; условная информация; энтропия; взаимная информация. Каналы передачи информации (дискретные, непрерывные) и их характеристики. Кодирование, теорема Шеннона, классификация кодов. Равномерные и неравномерные коды. Оптимальное кодирование, кодирование в условиях помех. Эффективность систем передачи информации и их предельные по Шеннону возможности

4.2 Методические указания по изучению раздела

В данном разделе следует обратить внимание на равномерные и неравномерные коды, на оптимальное кодирование, кодирование в условиях помех, на эффективность систем передачи информации и их предельные возможности.

4.3 Вопросы для самопроверки

1. Понятие цифровой оценки неизвестного параметра при моделировании системы передачи и отображения информации с оптоэлектронного прибора.

2. Погрешность цифровой оценки в модели системы передачи и отображения информации с учетом распределения Лапласа.

3. Статистические модели для систем передачи и отображения информации при Гауссовском распределении случайной величины.

4. Единица информации «нат» в системе передачи и отображения информации.

5. Теорема Шеннона для системы передачи и отображения информации.

6. Понятие энтропии в статистических моделях системы передачи и отображения информации.

7. Статистические модели для систем передачи и отображения информации при формировании равномерных и неравномерных кодов.

8. Оптимальное кодирование в статистических моделях для систем передачи и отображения информации.

9. Статистические модели для систем передачи и отображения информации при кодировании в условиях помех.

Раздел 5 Синтез информационных систем

5.1 Содержание раздела

Критерии качества функционирования информационной системы (критерий максимального правдоподобия, отношения сигнал/шум, среднеквадратической погрешности и др.), основные требования к критерию оптимальности системы. Оптимальный статистический синтез информационных систем как оценка параметров вероятностного распределения и проверка статистических гипотез. Фильтрация сигналов при конечном и бесконечном интервалах наблюдения; физически нереализуемая фильтрация; винеровская фильтрация и уравнение Винера-Хопфа; среднеквадратическая ошибка измерения в замкнутой форме. Примеры синтеза систем

5.2 Методические указания по изучению раздела

В данном разделе следует обратить внимание на информационные модели квантовых и оптоэлектронных приборов.

5.3 Вопросы для самопроверки

1. Синтез статистической модели усилителя для системы передачи и отображения информации в ЭВМ.

2. Статистическая модель для системы передачи и отображения информации с цифровой измерительной системы.

3. Статистическая модель для системы передачи и отображения информации с многоканальной системы.

4. Синтез статистической модели передачи и отображения информации о состоянии квантовой системы.

5. Статистическое моделирование информационной системы случайно проявляющегося сигнала.

6. Статистическая модель для системы передачи и отображения информации при наличии обратной связи.

7. Модель Винеровской фильтрации случайных сигналов для системы передачи и отображения информации.

8. Модель восстановления сигнала при статистическом моделировании системы передачи информации со светодиода.

9. Статистическая модель системы с неравномерными преобразователями информации.

10. Статистическая модель передачи и отображения информации для процессов с «мертвым» временем

Раздел 6 Особенности электронных систем передачи и отображения информации

6.1 Содержание раздела

Дискретизация во времени и квантование по уровню электрических сигналов в условиях помех; модуляция и кодирование как средство повышения помехоустойчивости систем. Непрерывные и импульсивные системы передачи и отображения информации. Проектирования информационной системы на примере вычислительного томографа.

6.2 Методические указания по изучению раздела

В данном разделе следует обратить внимание отдельные элементы схемы как источники информации при моделировании квантовых и оптоэлектронных приборов.

6.3 Вопросы для самопроверки

1. Статистическая модель для системы передачи и отображения информации с фоторезистора.

2. Статистическая модель для системы передачи и отображения информации при переносе излучения через оптоволокно

3. Статистическая модель для системы передачи и отображения информации для квантового генератора

4. Объясните, как проводится отображение информации при статистическом моделировании воздействия случайного сигнала на систему.

5. Статистическая модель для системы передачи и отображения информации при прохождении оптического излучения через вещество.

6. Статистическая модель для системы передачи и отображения информации при обработке осциллограмм.

7. Статистическая модель фоторезистора для системы передачи и отображения информации в Пуассоновском приближении.

8. Статистическая модель отображения информации при моделировании устойчивости показаний приборов.

9. Модели аппроксимации показаний стрелочных приборов при анализе статистической модели отображения информации

10. Статистическая модель системы передачи и отображения информации при оценке погрешности оптоэлектронных приборов при измерениях квантованных сигналов.

7 Практические занятия

На практических занятиях студенты приобретают навык моделирования и прогнозирования работы приборов квантовой электроники, систем передачи информации. Студентам предлагается оценка граничных условий применения соотношений, умение составления программ для расчетов, умение сравнивать полученные результаты с аналогами и достижениями в данной области.

Перед практическими занятиями студент должен повторить лекционный материал, ответив на вопросы для самоконтроля по необходимой теме, а также просмотреть рекомендации по решению типичных задач этой темы. Занятия проводятся по укрупненной схеме и предполагают элементы самоанализа работы электронного прибора.

Темы практических занятий

1. Информационные системы с постоянными сигналами. Параметры случайных величин, оценивание информационных сигналов
2. Информационные системы с переменными во времени сигналами. Случайные величины и их погрешности. Оценка текущих значений случайных процессов (Винеровская фильтрация)
3. Информационные характеристики систем передачи и отображения информации. Информационные модели объектов. Основные понятия теории информации и кодирования
4. Семинар. Защита индивидуальных заданий

8 Вопросы лекционного материала, выносимые на самостоятельную проработку

1. Вероятностные модели информационных систем
2. Вероятностный характер физических процессов в информационных системах и методы их описания.
3. Определение числовых характеристик выходных сигналов. Определение характеристического функционального выходного процесса. Энергетический спектр выходного сигнала.
4. Равномерные и неравномерные коды. Оптимальное кодирование, кодирование в условиях помех. Эффективность систем передачи информации и их предельные по Шеннону возможности.
5. Оптимальный статистический синтез информационных систем как оценка параметров вероятностного распределения и проверка статистических гипотез.
6. Проектирование информационных систем.

9 Индивидуальное задание

Индивидуальное задание ставит целью:

- 1) закрепление и углубление теоретических знаний, полученных студентами;
- 2) приобретение опыта работы с научно-технической, справочной патентной литературой, ГОСТами, технологической документацией;
- 3) практическое применение знаний, полученных при изучении общеинженерных и профилирующих дисциплин, использование вычислительной техники, инженерных методов расчета;
- 4) выработка и закрепление навыков грамотного изложения результатов работы и их защитой перед аудиторией.

Тематика индивидуальных заданий

Задание обобщает теоретический материал и предполагает творчество в анализе моделей передачи и отображения информации.

Тематика задания формируется из банка запросов различных организаций на решение конкретных задач. Студент выбирает тему самостоятельно. При выборе темы учитывается участие студента в научно-исследовательских работах кафедры, в работе студенческого конструкторского бюро.

Перед выполнением задания целесообразно просмотреть отдельные подобные решения и методики расчета, именно на этом первоначальном этапе происходит лексический анализ задачи и уточнение того, что конкретно нужно отразить в задании. Как показывает опыт, именно на этом этапе происходит основная потеря времени студентом.

Задание построено по многоуровневой схеме, и предполагает его выполнение, исходя из различного стартового уровня знаний или интереса студента к определенной области знаний. Приоритетными тематиками являются математизация электрофизических процессов в квантовых, оптоэлектронных и акустоэлектронных приборах.

Возможными темами могут быть следующие задания

1. Синтез информационной системы обработки экспериментальных данных со светодиода.
2. Синтез информационной системы функционального усилителя
3. Информационный анализ случайного сигнала с термомпары
4. Статистическая информационная модель оптического канала связи
5. Информационная система энергетического спектра выходного сигнала с оптического волокна.
6. Статистическая информационная модель работы фильтра на поверхностных акустических волнах

7. Статистическая информационная модель кодирования сигналов в локальных сетях.

8. Статистическая информационная модель характеристик оптического дифрактометра.

9. Информационная статистическая система работы планарного волновода

10. Информационная система обработки импульсных сигналов

11. Синтез статистической информационной системы для измерения слабых сигналов

Методические указания по выполнению индивидуального задания

Отчет состоит из следующих частей:

- реферат;
- обзор литературы;
- моделирование схемы включения прибора, математическое моделирование, программный анализ работы прибора в крайних граничных условиях, графические зависимости изменения параметров;
- заключение;
- список использованных источников (не позднее 5 лет);
- приложение;
- вариант тезисов на студенческую конференцию.

Рекомендации по выполнению индивидуального задания:

- выполнение задания следует начинать с ознакомления и подбора литературы;
- необходимо нарисовать эскиз аналога прибора из литературного обзора;
- следует проанализировать каждый элемент схемы или прибора
- нужно постараться математически описать изменение параметров элемента при изменении уровня сигнала, скважности, или частоты;
- следует избегать применения сканерных устройств, так как это лишает студента возможности редактирования и уменьшает уровень компьютерной графики, реализуемый студентом.

По истечении двух недель с момента получения задания, студент должен представить руководителю обзорный материал с эскизами уже имеющихся аналогичных схем, а также уточнение темы задания, которое является результатом анализа задания, обзора литературы и сопровождается математическим описанием работы эскизами отдельных узлов предполагаемого прибора.

Проверка и защита задания

Студент сдает преподавателю законченное задание на предварительную проверку. В присутствии студента проверяется наличие

разделов задания. Обязательным является анализ достижений науки и техники, расчеты на ЭВМ, база данных сертифицированных приборов.

По реферату оценивается метод решения задачи и параметры приборов. Проверяется наличие ссылок на литературу, уровень использования ЭВМ, уровень математического аппарата, соблюдение ГОСТ при оформлении схем и рисунков. Проверяется наличие письменного доклада презентации с докладом и оригинальным рисунком в форматах bmp, corel, двух оппонентов со стороны студентов. При отсутствии персонального компьютера студент сдает материалы в ручном варианте, однако, титульный лист и программа для расчета должны быть распечатаны. Через два дня студент получает предварительный отзыв на задание о правильности расчетов и ошибках. Защита проводится в виде конференции. Число конференций равно числу групп в потоке. Группы для защиты формируются независимо от списочного состава.

Защита включает доклад студента (5-7 минут) и ответы на вопросы (5 мин). В докладе сообщается тема задания, техническое задание, краткое содержание работы. Необходимо обосновать актуальность темы, метод выбранных инженерных решений. Особое внимание в докладе следует уделить самостоятельным творческим разработкам, их технико-экономическому обоснованию. По окончании доклада студенту задаются вопросы, позволяющие оценить, насколько глубоко проработан материал.

Критерии оценок за индивидуальное задание

Оценка отражает учебную (3 балла), творческую (4 балла) и исследовательскую (5 баллов) часть.

Для оценки хорошо студент должен отметить в докладе конкретную творческую часть задания, предполагаемую для публикации на студенческой конференции.

Для оценки отлично студент должен отметить творческую и исследовательскую часть, иметь наброски доклада для публикации на студенческой конференции и рекомендацию для участия в конкурсе внутри вузовских студенческих работ.

При несогласии студента с оценкой назначается комиссия.

Требования к отчету по индивидуальной работе

Отчет выполняется шрифтом Times New Roman 10x1 в формате A5 и должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел работы, содержать описание методов исследования и (или) расчетов, описание проведенных экспериментов, анализ результатов и выводы по ним. Как правило, текст должен сопровождаться иллюстрациями (графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п.). Объем записки должен быть около 20-25 страниц и переплетен в виде книжки.

Реферат должен содержать:

- сведения о количестве листов (страниц), количестве иллюстраций, таблиц, использованных источников, приложений, листов графического материала;

- перечень ключевых слов в именительном падеже (3-5);

- текст реферата.

Текст реферата должен состоять из двух- трех предложений и отражать суть работы, режимы получения результата, а также самооценку своей работы студентом по уровню ЭВМ, уровню математики, наличию публикаций.

Задание

1. В каждой работе должна быть разработана тема в соответствии с заданием, утвержденным заведующим кафедрой.

Задание на задание оформляется в виде бланка, содержащего название темы, наименование изделия для анализа.

1 Введение

В разделе "Введение" суть проблемы, её научное, техническое значение и экономическую целесообразность для народного хозяйства. Описывается, как решается данный вопрос на основании литературных источников. Дается критика недостатков. Следует отметить, что критикуются только те недостатки, которые устраняются в данном задании. Рассказывается как можно более качественно и быстро решить проблему. Объем введения составляет 2-3 страницы.

2 Литературный обзор

В этом разделе дается краткая характеристика литературных источников, в которых описаны схемы устройств для нанесения покрытий или обработки материалов. Число описанных аналогов должно быть больше 20. Предпочтение следует отдавать периодической литературе

3 Статистическое моделирование

Целесообразно приводить рисунок схемы устройств и принцип их работы. После этого следует остановиться на предлагаемой схеме устройства, принципе его работы. Следует обратить внимание на научную новизну, заключающуюся в применении новых явлений и эффектов для улучшения получаемых параметров изделий и т.д.

В ходе выполнения задания выполняется математическое описание каждого элемента схемы.

Компьютерная часть задания

Расчет на ЭВМ, помимо обучения студентов компьютерной грамоте, дает возможность на инженерном уровне оценить границы применимости математической модели процесса, логичность применения формул, точность расчетов, динамику процесса. Рекомендуется провести

оптимизацию протекания процесса, просчет ряда вариантов. При этом в пояснительной записке отражается порядок расчета, язык программирования. Разработанная программа приводится в пояснительной записке.

Наиболее целесообразно рассчитывать систему целиком по разветвленной схеме с условными и безусловными переходами. При этом варьируются условия прохождения сигнала.

Заключение

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненной работы, оценку полноты решения поставленных задач, рекомендации по конкретному использованию результатов работы, её экономическую, научную, социальную значимость. Возможные применения проделанной работы. Перспективы развития работы. В заключении следует отметить преимущества предлагаемых приборов перед известными, виды на возможные применения, рискованные и сомнительные предположения. Объем заключения должен составлять не менее 0,5 стр.

Список использованных источников

Заголовок "Список использованных источников" записывают симметрично тексту с прописной буквы.

В список включают все источники, на которые имеются ссылки в пояснительной записке. Источники в списке нумеруют в порядке их упоминания в тексте арабскими цифрами без точки.

Сведения об источниках приводят в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1. По требованиям ГОСТ устанавливается следующий порядок ссылок.

Ссылка на журнал: Фамилия, И, О. Название статьи, название журнала, год, номер, том, страницы.

Приложения

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Например: "Приложение Б".

Каждое приложение следует начинать с нового листа (страницы) с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения, а под ним в скобках - "обязательное" (если его выполнения предусмотрено заданием) или "справочное".

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

10 Заключение

В итоге изучения тем студент должен, как минимум знать

следующие вопросы:

1. Статистические модели приборов
2. Модели работы усилителей
3. Анализ отклонений и доверительных интервалов
4. Типы шумов в электронных приборах и методы их математического анализа.
5. Гауссовское, Пуассоновское, Лапласовское распределение сигналов и шумов
6. Предельные возможности подавления шумов
7. Критерии максимального правдоподобия прохождения сигналов
8. Граничные условия фильтрации сигналов
9. Классификация кодов
10. Линейные и нелинейные преобразования сигналов
11. Числовые характеристики приборов
12. Основные понятия теории информации и кодирования
13. Шумовые схемы полупроводниковых приборов
14. Кодирование – как средство повышения помехоустойчивости.
15. Оценка погрешностей сигналов в условиях малого и большого уровня помех.

Студент должен уметь:

- находить математическую модель описания фрагментов схемы;
- уметь решать линейные уравнения с применением ЭВМ;
- уметь проводить кодирование сигналов.

Студент должен владеть:

- методами поиска патентной информации;
- методами определения доверительных интервалов;
- пакетом прикладных расчетных программ типа «Matcad».

Рекомендуемая литература

1. Теоретические основы передачи информации / Е.Г. Лебедько, СПб.: Лань, 2011. – 352 с. 1-е изд. ISBN: 978-5-8114-1139-9 Гриф: Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области приборостроения и оптоэлектроники http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1543
2. Теория вероятностей и математическая статистика / Туганбаев А.А., Крупин В.Г.– СПб.: Лань, 2011. – 320 с 1-е изд 978-5-8114-1079-8 ISBN: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=652
3. Статистические модели для информационных систем, квантовых и оптоэлектронных приборов: Учебное пособие / М. С. Квасница– Томск: ТУСУР, 2012. – 95 с <http://edu.tusur.ru/training/publications/2181>
4. Пуговкин А.В., Серебрянников Л.Я., Шандаров С.М. Введение в оптическую обработку информации. - Томск: Изд-во ТГУ, 1981. - 60 с.

5. Семенов А.С., Смирнов В.Л., Шмалько А.В. Интегральная оптика для систем передачи и обработки информации. - М.: Радио и связь, 1990. - 225 с.

6. Шандаров С.М., Башкиров А.И. Введение в квантовую и оптическую электронику. Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2007.

Учебное пособие

Квасница М.С.

Статистические модели для систем передачи и обработки
информации

Методические указания по самостоятельной работе

Усл. печ. л. Препринт
Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники
634050, г.Томск, пр.Ленина, 40