

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Статистическая теория обнаружения и оценок**

Образовательная программа: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств,  
профиль: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

|    |                                                                                                      | Семестр    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 6          |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 4          |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 144        |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 99         |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 36         |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 18         |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 36         |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 18         |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2          |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 7          |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 45         |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | РГЗ контр. |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | Э          |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

ФГОС введен в действие приказом №1333 от 12.11.2015 г. , дата утверждения: 30.11.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

КТРС, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

проректор по научной работе, д.т.н. Вострецов А. Г.

Заведующий кафедрой:

доцент, к.т.н. Синельников А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталева В. А.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; в части следующих результатов обучения:</b>           |  |
| у1. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач                                                                                                                                                                          |  |
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; в части следующих результатов обучения:</b> |  |
| у14. уметь формулировать задачи обнаружения, различения и оценивания сигналов на фоне помех как задачи статистического синтеза в условиях априорной неопределенности                                                                                        |  |
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных; в части следующих результатов обучения:</b>                                                                                         |  |
| з5. знать методы описания случайных процессов и полей, представление их в виде дискретной выборки                                                                                                                                                           |  |
| з6. знать основные методы синтеза алгоритмов в условиях параметрической и непараметрической априорной неопределенности                                                                                                                                      |  |
| у2. уметь интерпретировать результаты статистического анализа данных                                                                                                                                                                                        |  |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.5 готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств; в части следующих результатов обучения:</b>                                                      |  |
| у1. уметь применять статистическую обработку данных для решения задач проектирования радиоэлектронных средств и систем                                                                                                                                      |  |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                                                  |  | Формы организации занятий                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------|
| <i>Статистическая теория обнаружения и оценок</i>                                                                                                                                |  |                                                                           |
| <b>ОПК.1.у1 уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач</b>                                                                                   |  |                                                                           |
| 1. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач                                                                                                |  | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ОПК.2.у14 уметь формулировать задачи обнаружения, различения и оценивания сигналов на фоне помех как задачи статистического синтеза в условиях априорной неопределенности</b> |  |                                                                           |
| 2. уметь формулировать задачи обнаружения, различения и оценивания сигналов на фоне помех как задачи статистического синтеза в условиях априорной неопределенности               |  | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ОПК.5.з5 знать методы описания случайных процессов и полей, представление их в виде дискретной выборки</b>                                                                    |  |                                                                           |
| 3. знать методы описания случайных процессов и полей, представление их в виде дискретной выборки                                                                                 |  | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ОПК.5.з6 знать основные методы синтеза алгоритмов в условиях параметрической и непараметрической априорной неопределенности</b>                                               |  |                                                                           |
| 4. знать основные методы синтеза алгоритмов в условиях параметрической и непараметрической априорной неопределенности                                                            |  | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |
| <b>ОПК.5.у2 уметь интерпретировать результаты статистического анализа данных</b>                                                                                                 |  |                                                                           |
| 5. уметь интерпретировать результаты статистического анализа данных                                                                                                              |  | Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа |

|                                                                                                                                   |                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>ПК.5.y1 уметь применять статистическую обработку данных для решения задач проектирования радиоэлектронных средств и систем</b> |                                |
| 6. уметь применять статистическую обработку данных для решения задач проектирования радиоэлектронных средств и систем             | Лекции; Самостоятельная работа |

### 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>Семестр: 6</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |      |                               |                                |
| <b>Дидактическая единица: Постановка задач обнаружения, различения и оценивания сигналов.</b>                                                                                                                                                                                                                                       |                      |      |                               |                                |
| 1. Проблемы обнаружения и оценивания сигналов на фоне шумов и помех в задачах радиосвязи, радиотехники, измерений и контроля. Методы описания процессов, наблюдаемых на входе радиотехнических систем. Постановка задач обнаружения, различения и оценивания сигналов. Критерии оптимальности. Проблема априорной неопределенности. | 0                    | 2    | 3, 4                          | Изучение лекционного материала |
| <b>Дидактическая единица: Дискретное представление сигналов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     |                      |      |                               |                                |
| 2. Пространство сигналов. Дискретные представления сигналов. Числовые характеристики сигналов. Представления случайных сигналов. Комплексная огибающая процесса.                                                                                                                                                                    | 0                    | 4    | 1, 3, 4                       | Изучение лекционного материала |
| <b>Дидактическая единица: Классические обнаружители сигналов.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   |                      |      |                               |                                |
| 3. Байесовская постановка задачи обнаружения сигналов. Функция потерь. Оптимальный алгоритм обнаружения, его зависимость от функции потерь. Характеристики обнаружения: вероятности ошибок 1-го и 2-го рода. Возможности преодоления априорной неопределенности параметров сигналов и помех.                                        | 0                    | 2    | 3, 4, 5                       | Изучение лекционного материала |
| <b>Дидактическая единица: Равномерно наиболее мощные алгоритмы обнаружения сигналов.</b>                                                                                                                                                                                                                                            |                      |      |                               |                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. Проблема параметрической априорной неопределенности. Критерий Неймана-Пирсона. Равномерно наиболее мощные обнаружители. Фундаментальная лемма Неймана-Пирсона. Семества распределений, обладающие монотонным отношением правдоподобия. Однопараметрическое экспоненциальное семейство распределений.                                                                                                                  | 0 | 2 | 3, 4    | Изучение лекционного материала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Дидактическая единица: Несмещенные алгоритмы обнаружения.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5. Понятие несмещенности. Критерий оптимальности для построения несмещенных алгоритмов обнаружения. Методы построения несмещенных алгоритмов. Примеры несмещенных алгоритмов.                                                                                                                                                                                                                                            | 0 | 4 | 3, 4, 5 | Изучение лекционного материала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Дидактическая единица: Инвариантные алгоритмы обнаружения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6. Понятие группы преобразований наблюдаемых данных. Представление параметрической априорной неопределенности сигнально-помеховой обстановки группой преобразований пространства наблюдений. Группы масштабных, ортогональных и аддитивных преобразований. Максимальный инвариант. Методы построения максимальных инвариантов. Построение инвариантных алгоритмов обнаружения сигналов. Примеры инвариантных алгоритмов. | 0 | 6 | 2, 3, 4 | Понятие группы преобразований наблюдаемых данных. Представление параметрической априорной неопределенности сигнально-помеховой обстановки группой преобразований пространства наблюдений. Группы масштабных, ортогональных и аддитивных преобразований. Максимальный инвариант. Методы построения максимальных инвариантов. Построение инвариантных алгоритмов обнаружения сигналов. Примеры инвариантных алгоритмов. |
| <b>Дидактическая единица: Асимптотически робастные алгоритмы обнаружения сигналов.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 7. Понятие непараметрической априорной неопределенности. Непараметрические модели распределений шума. Обобщенные модели распределений с конечной дисперсией и приближенно-финитных распределений. Асимптотически робастные инвариантные и адаптивные асимптотически робастные инвариантные алгоритмы обнаружения сигналов.                                                                                               | 0 | 4 | 3, 4, 5 | Изучение лекционного материала                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Дидактическая единица: Методы оценивания параметров сигналов.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |   |            |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------|--------------------------------|
| 8. Постановка задачи оценивания параметров сигнала, наблюдаемого на фоне шумов и помех. Критерии оптимальности для задач оценивания параметров сигналов. Несмещенные и эффективные оценки. Оценки по методу моментов. Оценки максимального правдоподобия. Свойства оценок максимального правдоподобия. Байесовские оценки параметров сигналов. | 0 | 6 | 3, 4, 5    | Изучение лекционного материала |
| <b>Дидактическая единица: Методы имитационного моделирования сигналов и помех</b>                                                                                                                                                                                                                                                              |   |   |            |                                |
| 9. Имитационное моделирование сигналов и помех с помощью ЭВМ. Метод Монте-Карло для получения характеристик эффективности алгоритмов. Необходимое число статистических испытаний для получения заданной точности оценки параметров эффективности алгоритмов.                                                                                   | 0 | 2 | 3, 4, 5, 6 | Изучение лекционного материала |
| <b>Дидактическая единица: Область применения алгоритмов обнаружения и оценивания сигналов.</b>                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |            |                                |
| 10. Применение методов обнаружения и оценивания сигналов для решения задач радиосвязи, технического контроля и технических измерений в системах связи.                                                                                                                                                                                         | 0 | 4 | 2, 3, 4, 6 | Изучение лекционного материала |

Таблица 3.2

| Темы лабораторных работ                                                                                                    | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|------------------------------|
| <b>Семестр: 6</b>                                                                                                          |                      |      |                               |                              |
| <b>Дидактическая единица: Постановка задач обнаружения, различения и оценивания сигналов.</b>                              |                      |      |                               |                              |
| 1. Свойства случайных величин. Выборочные моменты. Гистограмма. Преобразования случайных величин                           | 4                    | 9    | 1, 2, 3                       | Работа в терминальном классе |
| <b>Дидактическая единица: Равномерно наиболее мощные алгоритмы обнаружения сигналов.</b>                                   |                      |      |                               |                              |
| 2. Равномерно наиболее мощные алгоритмы обнаружения сигналов. Рандомизированные решающие функции. Дискретные распределения | 5                    | 9    | 3, 4, 5                       | Работа в терминальном классе |
| <b>Дидактическая единица: Инвариантные алгоритмы обнаружения</b>                                                           |                      |      |                               |                              |
| 12. РНМ инвариантные алгоритмы обнаружения сигналов. Имитационное моделирование                                            | 5                    | 9    | 2, 3, 4                       | Работа в терминальном классе |
| <b>Дидактическая единица: Методы оценивания параметров сигналов.</b>                                                       |                      |      |                               |                              |

|                                                                                                   |   |   |         |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|------------------------------|
| 11. Оценивание параметров сигналов. Метод максимального правдоподобия. Имитационное моделирование | 4 | 9 | 1, 2, 3 | Работа в терминальном классе |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---------|------------------------------|

Таблица 3.3

| Темы практических занятий                                                                     | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 6</b>                                                                             |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Постановка задач обнаружения, различения и оценивания сигналов.</b> |                      |      |                               |                      |
| 1. Свойства случайных величин. Общие сведения. Законы распределения вероятности               | 0                    | 2    | 1, 2                          | Семинар              |
| 2. Моменты случайных величин. Дискретные случайные величины                                   | 0                    | 1    | 2, 3                          | Семинар              |
| 3. Преобразования случайных величин                                                           | 0                    | 2    | 2, 3                          | Семинар              |
| <b>Дидактическая единица: Дискретное представление сигналов</b>                               |                      |      |                               |                      |
| 11. Корреляционно-спектральный анализ случайных процессов                                     | 0                    | 2    | 3, 4                          | Семинар              |
| <b>Дидактическая единица: Классические обнаружители сигналов.</b>                             |                      |      |                               |                      |
| 12. Постановка задачи обнаружения. Формулировка гипотез                                       | 0                    | 1    | 4, 5                          | Семинар              |
| <b>Дидактическая единица: Равномерно наиболее мощные алгоритмы обнаружения сигналов.</b>      |                      |      |                               |                      |
| 13. Критерии оптимальности алгоритмов. РНМ алгоритмы обнаружения                              | 0                    | 1    | 3, 4                          | Семинар              |
| <b>Дидактическая единица: Несмещенные алгоритмы обнаружения.</b>                              |                      |      |                               |                      |
| 14. РНМ несмещенные алгоритмы                                                                 | 0                    | 1    | 3                             | Семинар              |
| <b>Дидактическая единица: Инвариантные алгоритмы обнаружения</b>                              |                      |      |                               |                      |
| 15. РНМ инвариантные алгоритмы обнаружения сигналов                                           | 0                    | 1    | 1, 2                          | Семинар              |
| 19. Группы преобразований. Построение максимальных инвариантов                                | 0                    | 1    | 3, 4                          | Семинар              |
| <b>Дидактическая единица: Методы оценивания параметров сигналов.</b>                          |                      |      |                               |                      |
| 11. Оценивание параметров сигналов. Метод моментов                                            | 0                    | 1    | 1, 2                          | Семинар              |
| 16. Оценивание параметров сигналов. Байесовские оценки                                        | 0                    | 1    | 1, 2, 5                       | Семинар              |
| 17. Оценивание параметров сигналов. Метод максимального правдоподобия                         | 0                    | 2    | 3, 4                          | Семинар              |
| 18. Оценивание параметров сигналов. Полные достаточные статистики. Критерий факторизации      | 0                    | 2    | 1, 2                          | Семинар              |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 6</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Контрольные работы          | 1, 2, 5                       | 5                  | 3                    |
| выполнение контрольной работы: Теория оптимизации и принятия решений. Теория обнаружения, различения и оценивания сигналов : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-3 для 3-го курса дневного отделения РЭФ (направление 210200 "Проектирование и технология электронных средств", специальность 210404 "Многоканальные телекоммуникационные системы") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Вострецов, В. Г. Брем]. - Новосибирск, 2009. - 26, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf</a>                                                         |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | РГЗ                         | 1, 2, 5, 6                    | 30                 | 4                    |
| Решение типовых задач из теории вероятности и теории устойчивого обнаружения сигналов: Теория оптимизации и принятия решений. Теория обнаружения, различения и оценивания сигналов : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-3 для 3-го курса дневного отделения РЭФ (направление 210200 "Проектирование и технология электронных средств", специальность 210404 "Многоканальные телекоммуникационные системы") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Вострецов, В. Г. Брем]. - Новосибирск, 2009. - 26, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf</a> |                             |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Подготовка к занятиям       | 1, 2, 3, 4, 5, 6              | 10                 | 0                    |
| выполнение домашнего задания: Теория оптимизации и принятия решений. Теория обнаружения, различения и оценивания сигналов : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-3 для 3-го курса дневного отделения РЭФ (направление 210200 "Проектирование и технология электронных средств", специальность 210404 "Многоканальные телекоммуникационные системы") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Вострецов, В. Г. Брем]. - Новосибирск, 2009. - 26, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf</a>                                                          |                             |                               |                    |                      |

#### 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии                                                                          |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Информирование                | e-mail:vostreczov@corp.nstu.ru; Социальные сети: <a href="https://vk.com/id23386387">https://vk.com/id23386387</a> |
| Консультирование              | Социальные сети: <a href="https://vk.com/id23386387">https://vk.com/id23386387</a>                                 |
| Размещение учебных материалов | e-mail:vostreczov@corp.nstu.ru                                                                                     |

#### 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся | Мин. балл | Максимальный балл |
|-------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 6</b>                         |           |                   |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| <b>Лабораторная:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5  | 8  |
| Контролирующие материалы приводятся в "Теория оптимизации и принятия решений. Теория обнаружения, различения и оценивания сигналов : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-3 для 3-го курса дневного отделения РЭФ (направление 210200 "Проектирование и технология электронных средств", специальность 210404 "Многоканальные телекоммуникационные системы") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Вострецов, В. Г. Брем]. - Новосибирск, 2009. - 26, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <a href="http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf">http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf</a> " |    |    |
| <b>Практические занятия:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5  | 14 |
| <b>Контрольные работы:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2  | 6  |
| <b>РГЗ:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 7  | 12 |
| Контролирующие материалы приводятся в "Бутырин В. И. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. И. Бутырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: <a href="http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182153">http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182153</a> . - Загл. с экрана."                                                                                                                                                                                                                                                        |    |    |
| <b>Экзамен:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 31 | 60 |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                                                                                                  | Формы контроля |            |         |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------|---------|
|                       |                                                                                                                                                                      | Контр. раб.    | Защита РГЗ | Экзамен |
| <b>ОПК.1</b>          | у1. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач                                                                                   |                | +          | +       |
| <b>ОПК.2</b>          | у14. уметь формулировать задачи обнаружения, различения и оценивания сигналов на фоне помех как задачи статистического синтеза в условиях априорной неопределенности |                |            | +       |
| <b>ОПК.5</b>          | з5. знать методы описания случайных процессов и полей, представление их в виде дискретной выборки                                                                    | +              |            | +       |
|                       | з6. знать основные методы синтеза алгоритмов в условиях параметрической и непараметрической априорной неопределенности                                               |                |            | +       |
|                       | у2. уметь интерпретировать результаты статистического анализа данных                                                                                                 |                | +          | +       |
| <b>ПК.5</b>           | у1. уметь применять статистическую обработку данных для решения задач проектирования радиоэлектронных средств и систем                                               |                |            | +       |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### Основная литература

1. Шахтарин Б. И. Обнаружение сигналов : [учебное пособие для вузов] / Б. И. Шахтарин. - М., 2006. - 526 с. : ил., табл.
2. Хохлов В. К. Обнаружение, распознавание и пеленгация объектов в ближней локации : учебное пособие по специальности "Информационные системы и технологии" направления подготовки дипломированных специалистов "Информационные системы" / В. К. Хохлов. - М., 2005. - 333, [1] с. : ил.
3. Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессы в системах подвижной радиосвязи : [учебник] / В. Н. Васюков. - Новосибирск, 2006. - 288, [3] с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000062388](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000062388)
4. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов по спец. "Радиотехника" / С. И. Баскаков. - М., 2000. - 462 с. : ил.
5. Богданович В. А. Теория устойчивого обнаружения, различения и оценивания сигналов : [Монография] / В. А. Богданович, А. Г. Вострецов. - М., 2003. - 318 с. : ил.
6. Розов А. К. Оптимальные статистические решения : [монография] / А. К. Розов. - Санкт-Петербург, 2015. - 246, [1] с. : ил.

### *Дополнительная литература*

1. Вострецов А. Г. Оценивание параметров сигналов : [учебное пособие для вузов] / А. Г. Вострецов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 76 с. : ил.. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000023683](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000023683)

### *Интернет-ресурсы*

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

## **8. Методическое и программное обеспечение**

### *8.1 Методическое обеспечение*

1. Бутырин В. И. Теория вероятностей и математическая статистика [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / В. И. Бутырин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000182153](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000182153). - Загл. с экрана.
2. Теория оптимизации и принятия решений. Теория обнаружения, различения и оценивания сигналов : методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-3 для 3-го курса дневного отделения РЭФ (направление 210200 "Проектирование и технология электронных средств", специальность 210404 "Многоканальные телекоммуникационные системы") / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. А. Г. Вострецов, В. Г. Брем]. - Новосибирск, 2009. - 26, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3680.pdf>

### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

## **9. Материально-техническое обеспечение**

Специальное оборудование

| № | Наименование          | Назначение                                                                           |
|---|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Компьютерный класс №7 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН РЭФ  
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### **Статистическая теория обнаружения и оценок**

Образовательная программа: 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств,  
профиль: Проектирование и технология радиоэлектронных средств

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Статистическая теория обнаружения и оценок приведена в Таблице 1.

Таблица 1

| Формируемые компетенции                                                                                                                                                                   | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                                                                                     | Темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Этапы оценки компетенций                                      |                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики           | у1. уметь применять статистический подход к исследованию процессов и решению задач                                                                                   | Оценивание параметров сигналов. Метод максимального правдоподобия. Имитационное моделирование Пространство сигналов. Дискретные представления сигналов. Числовые характеристики сигналов. Представления случайных сигналов. Комплексная огибающая процесса. Свойства случайных величин. Выборочные моменты. Гистограмма. Преобразования случайных величин Свойства случайных величин. Общие сведения. Законы распределения вероятности                                                                                                                                                                    | Контрольная работа, варианты 1-20<br>РГЗ, задания 1-3         | Экзамен, билеты 1-15                      |
| ОПК.2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | у14. уметь формулировать задачи обнаружения, различения и оценивания сигналов на фоне помех как задачи статистического синтеза в условиях априорной неопределенности | Понятие группы преобразований наблюдаемых данных. Представление параметрической априорной неопределенности сигнально-помеховой обстановки группой преобразований пространства наблюдений. Группы масштабных, ортогональных и аддитивных преобразований. Максимальный инвариант. Методы построения максимальных инвариантов. Построение инвариантных алгоритмов обнаружения сигналов. Примеры инвариантных алгоритмов. Преобразования случайных величин Применение методов обнаружения и оценивания сигналов для решения задач радиосвязи, технического контроля и технических измерений в системах связи. | Контрольная работа, варианты 1-20<br>РГЗ, задания 1-3         | Экзамен, билеты 1-15                      |
| ОПК.5 способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных                                                                                         | з5. знать методы описания случайных процессов и полей, представление их в виде дискретной выборки                                                                    | Байесовская постановка задачи обнаружения сигналов. Функция потерь. Оптимальный алгоритм обнаружения, его зависимость от функции потерь. Характеристики обнаружения: вероятности ошибок 1-го и 2-го рода. Возможности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Контрольная работа, варианты 1-20<br>РГЗ, задания 1-3         | Экзамен, билеты 1-15                      |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  |  | <p>преодоления априорной неопределенности параметров сигналов и помех.</p> <p>Имитационное моделирование сигналов и помех с помощью ЭВМ. Метод Монте-Карло для получения характеристик эффективности алгоритмов.</p> <p>Необходимое число статистических испытаний для получения заданной точности оценки параметров эффективности алгоритмов.</p> <p>Моменты случайных величин. Дискретные случайные величины. Понятие группы преобразований наблюдаемых данных. Представление параметрической априорной неопределенности сигнально-помеховой обстановки группой преобразований пространства наблюдений.</p> <p>Группы масштабных, ортогональных и аддитивных преобразований.</p> <p>Максимальный инвариант.</p> <p>Методы построения максимальных инвариантов.</p> <p>Построение инвариантных алгоритмов обнаружения сигналов. Примеры инвариантных алгоритмов.</p> <p>Проблема параметрической априорной неопределенности. Критерий Неймана-Пирсона. Равномерно наиболее мощные обнаружители.</p> <p>Фундаментальная лемма Неймана-Пирсона. Семейства распределений, обладающие монотонным отношением правдоподобия.</p> <p>Однопараметрическое экспоненциальное семейство распределений. Проблемы обнаружения и оценивания сигналов на фоне шумов и помех в задачах радиосвязи, радиотехники, измерений и контроля. Методы описания процессов, наблюдаемых на входе радиотехнических систем. Постановка задач обнаружения, различения и оценивания сигналов.</p> <p>Критерии оптимальности.</p> <p>Проблема априорной неопределенности.</p> <p>Пространство сигналов.</p> <p>Дискретные представления сигналов. Числовые характеристики сигналов.</p> <p>Представления случайных сигналов. Комплексная огибающая процесса.</p> <p>Свойства случайных величин.</p> <p>Выборочные моменты.</p> |  |  |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

|       |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                       |                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|
|       |                                                                                                                        | Гистограмма. Преобразования случайных величин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                       |                      |
| ОПК.5 | з6. знать основные методы синтеза алгоритмов в условиях параметрической и непараметрической априорной неопределенности | <p>Байесовская постановка задачи обнаружения сигналов. Функция потерь. Оптимальный алгоритм обнаружения, его зависимость от функции потерь. Характеристики обнаружения: вероятности ошибок 1-го и 2-го рода. Возможности преодоления априорной неопределенности параметров сигналов и помех. Понятие группы преобразований наблюдаемых данных. Представление параметрической априорной неопределенности сигнально-помеховой обстановки группой преобразований пространства наблюдений. Группы масштабных, ортогональных и аддитивных преобразований. Максимальный инвариант. Методы построения максимальных инвариантов. Построение инвариантных алгоритмов обнаружения сигналов. Примеры инвариантных алгоритмов. Применение методов обнаружения и оценивания сигналов для решения задач радиосвязи, технического контроля и технических измерений в системах связи. РНМ инвариантные алгоритмы обнаружения сигналов. Имитационное моделирование</p> | Контрольная работа, варианты 1-20<br>РГЗ, задания 1-3 | Экзамен, билеты 1-15 |
| ОПК.5 | у2. уметь интерпретировать результаты статистического анализа данных                                                   | <p>Байесовская постановка задачи обнаружения сигналов. Функция потерь. Оптимальный алгоритм обнаружения, его зависимость от функции потерь. Характеристики обнаружения: вероятности ошибок 1-го и 2-го рода. Возможности преодоления априорной неопределенности параметров сигналов и помех. Имитационное моделирование сигналов и помех с помощью ЭВМ. Метод Монте-Карло для получения характеристик эффективности алгоритмов. Необходимое число статистических испытаний для получения заданной точности оценки параметров эффективности алгоритмов. Понятие непараметрической</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Контрольная работа, варианты 1-20<br>РГЗ, задания 1-3 | Экзамен, билеты 1-15 |

|                                                                                                                                            |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                       |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|
|                                                                                                                                            |                                                                                                                        | априорной неопределенности.<br>Непараметрические модели распределений шума.<br>Обобщенные модели распределений с конечной дисперсией и приближенно-финитных распределений.<br>Асимптотически робастные инвариантные и адаптивные асимптотически робастные инвариантные алгоритмы обнаружения сигналов.<br>Понятие несмещенности.<br>Критерий оптимальности для построения несмещенных алгоритмов обнаружения.<br>Методы построения несмещенных алгоритмов.<br>Примеры несмещенных алгоритмов. Постановка задачи обнаружения.<br>Формулировка гипотез<br>Постановка задачи оценивания параметров сигнала, наблюдаемого на фоне шумов и помех.<br>Критерии оптимальности для задач оценивания параметров сигналов. Несмещенные и эффективные оценки. Оценки по методу моментов. Оценки максимального правдоподобия. Свойства оценок максимального правдоподобия. Байесовские оценки параметров сигналов. Равномерно наиболее мощные алгоритмы обнаружения сигналов. Рандомизированные решающие функции.<br>Дискретные распределения |                                                       |                      |
| ПК.5/ПК<br>готовность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств | у1. уметь применять статистическую обработку данных для решения задач проектирования радиоэлектронных средств и систем | Применение методов обнаружения и оценивания сигналов для решения задач радиосвязи, технического контроля и технических измерений в системах связи.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Контрольная работа, варианты 1-20<br>РГЗ, задания 1-3 | Экзамен, билеты 1-15 |

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 6 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.5.

Требования к выполнению экзамена, методика оценки, шкала оценки и правила оформления сформулированы в паспорте экзамена.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 6 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание

(РГЗ), контрольная работа. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ, контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ОПК.5, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

#### **Общая характеристика уровней освоения компетенций.**

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.



## Паспорт экзамена

по дисциплине «Статистическая теория обнаружения и оценок», 6 семестр

### 1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-25, второй вопрос также выбирается из диапазона вопросов 1-25 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

Билет № \_\_\_\_\_

к экзамену по дисциплине «Статистическая теория обнаружения и оценок»

---

1. Вопрос 1
2. Вопрос 2.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

### 2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 0-30 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет 31-40 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов,

оценка составляет 41-50 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, оценка составляет 51-60 баллов.

### 3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным с оценкой "отлично", если в течение семестра и на экзамене получено 87-100 баллов.

Экзамен считается сданным с оценкой "хорошо", если в течение семестра и на экзамене получено 73-86 баллов.

Экзамен считается сданным с оценкой "удовлетворительно", если за работу в течение семестра получено 50-72 балла.

Экзамен считается сданным с оценкой "неудовлетворительно", если за работу в течение семестра получено менее 50 баллов.

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Статистическая теория обнаружения и оценок»

1. Типовая структура цифровой системы связи. Особенности сигналов на каждом из этапов передачи.
2. Известные представления сигналов.
3. Векторное представление сигналов. Понятие метрики, нормы, линейного пространства.
4. Представление сигналов в ортонормированном базисе, скалярное произведение.
5. Дискретное представление сигналов.
6. Статистическое описание выборки из наблюдаемого процесса, функции распределения, плотность распределения, их свойства.
7. Численные характеристики случайной величины.
8. Распределение функций от случайной величины.
9. Численные характеристики функций случайной величины.
10. Эмпирические выборочные численные характеристики случайных величин.
11. Корреляционно-спектральные характеристики случайных процессов.
12. Оценка по методу моментов.
13. Потенциальная точность оценок, неравенство Крамера-Рао, информация Фишера.
14. Оценки по методу максимального правдоподобия.
15. Свойства оценок максимального правдоподобия.
16. Достаточные статистики, экспоненциальное семейство распределений.
17. Полное семейство распределений.
18. Эффективное оценивание на основе полных достаточных статистик.
19. Формулировка задачи обнаружения сигнала как задачи проверки статистических гипотез. Критерии оптимальности.
20. Байесовский алгоритм обнаружения сигнала.
21. Равномерно наиболее мощные алгоритмы обнаружения. Разновидности.
22. Порядок синтеза РНМ алгоритма обнаружения сигнала.
23. Понятие группы преобразований, примеры, представление априорной неопределённости в исходных данных группы преобразований при обнаружении.
24. Понятие максимального инварианта, его построение, пример.

25. Порядок синтеза инвариантных алгоритмов обнаружения сигналов.

## 5. Пример экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет радиотехники и электроники

### Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Статистическая теория обнаружения и оценок»

---

1. Типовая структура цифровой системы связи. Особенности сигналов на каждом из этапов передачи.
2. Известные представления сигналов.

Утверждаю: зав. кафедрой КТРС \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Синельников  
А.В.

(подпись)

(дата)

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Статистическая теория обнаружения и оценок», 6 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится два раза за семестр по теме Теория оптимизации и принятия решений, в каждом из 20 вариантов по 3 задачи. Каждая контрольная работа выполняется по вариантам по темам, пройденным на момент проведения работы. Контрольная работа выполняется письменно. Ответ должен содержать решение задач с пошагово описанным решением.

### 2. Критерии оценки

Контрольная работа считается **невыполненной**, если студент не решил ни одной задачи. Оценка составляет **0-1** балл.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если студент правильно решил 1 задачу, а две другие имеют недочеты. Оценка составляет **2-3** балла.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если студент правильно решил 2 задачи, и в одной задаче есть существенная ошибка. Оценка составляет **4-5** баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент правильно решил все задачи. Оценка составляет **6** баллов.

### 3. Шкала оценки

Оценка отлично = 6 баллов

Оценка хорошо = 4-5 баллов

Оценка удовлетворительно = 2-3 балла

Оценка неудовлетворительно = ниже 2 баллов

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Пример варианта контрольной работы

#### Вариант 1

1) Плотность вероятности случайной величины имеет вид  $W(x) = 2\alpha \cdot \exp(-2\beta x)$ ,  $-\infty < x < \infty$ .

1) Найти соотношение, которому должны удовлетворять  $\alpha$  и  $\beta$ .

2) Вычислить функцию распределения  $F(x)$ .

2) Случайная величина  $Y$  является линейной функцией случайной величины  $X$ :

$Y = g(X) = aX + b$ , где  $a$  и  $b$  - постоянные величины.

Найти выражение ПРВ случайной величины  $Y$ , если величина  $X$  имеет нормальное распределение с параметрами  $(\mu, \sigma)$ . Определить параметры распределения случайной величины  $Y$ .

3) Найти корреляционную функцию для стационарного случайного сигнала

$\varepsilon(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ , если амплитуда и частота постоянны, а фаза равномерно распределена на интервале  $(-\pi, \pi)$ .

### **Вариант 11**

- 1) Пуск ракет по одной и той же стартовой позиции противника производится до тех пор, пока не произойдет двух попаданий в цель. Вероятность попадания в цель одной ракетой равна 0,5. Определить ряд распределения числа произведенных пусков ракет.
- 2) Для независимых случайных величин  $X_1$  и  $X_2$  с плотностями распределения вероятности  $W_{X_1}(x_1)$  и  $W_{X_2}(x_2)$  получить выражение для определения плотности распределения вероятности случайной величины  $Y = X_1 - X_2$ .
- 3) Найти интервал корреляции для стационарного случайного процесса с корреляционной функцией  $R(\tau) = \sigma^2 \cdot e^{-a^2 \cdot \tau^2}$ .

## Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Статистическая теория обнаружения и оценок», 6 семестр

### 1. Методика оценки

#### Требования к оформлению:

Работа оформляется на листах формата А4, в рукописной либо печатной форме. Если задание подразумевает моделирование результатов, то необходимо привести отчет по итогам моделирования.

На титульном листе, помимо стандартной информации, необходимо указать вариант, а также фамилию и инициалы студента, выполнившего работу.

В ходе описания решения задачи необходимо приводить по возможности развернутые текстовые пояснения по основным этапам решения. Результаты моделирования необходимо прокомментировать, сделав осмысленные выводы.

Расчетно-графическое задание состоит из трех разделов, содержащих задачу:

- 1) Характеристики случайных величин и случайных процессов,
- 2) Функциональные преобразования случайных величин,
- 3) Оценка параметров сигналов,

#### Сроки выполнения и защиты:

14 неделя - студент сдает первую версию выполненной работы.

15 неделя - студент получает проверенную работу с указанием недочетов.

16 неделя - студент сдает и **защищает** окончательную версию работы.

**Защита РГЗ** сводится к:

- пояснению некоторых действий, предпринятых при выполнении задания,
- ответам на вопросы теоретического и практического характера, имеющие целью выявить степень понимания основных положений дисциплины.

### 2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены, но не правильно все задачи РГЗ, отсутствует либо имеет существенные замечания решение задач, оценка составляет 0-6 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если все задачи выполнены формально, решение записано небрежно с недочетами, полностью правильно решена только одна задача, к двум другим есть дополнительные вопросы на защите, оценка составляет 7-8 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если задачи в целом решены верно и только к одному решению есть наводящие вопросы на защите, оценка составляет 9-10 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все задачи решены развернуто и полностью, на защите к студенту не было наводящих вопросов, оценка составляет 11-12 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. РГЗ считается выполненным на оценку "отлично", если получено 11-12 баллов.

РГЗ считается выполненным на оценку "хорошо", если получено 9-10 баллов.

РГЗ считается выполненным на оценку "удовлетворительно", если получено 7-8 баллов.

РГЗ считается выполненным на оценку "неудовлетворительно", если получено менее 7 баллов.

#### **4. Примерный перечень тем РГЗ**

- 1) Характеристики случайных величин и случайных процессов,
- 2) Функциональные преобразования случайных величин,
- 3) Оценка параметров сигналов.